MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE
DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES

EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE DE 1900
À PARIS

RAPPORTS
DU JURY INTERNATIONAL

Groupe VI. — Génie civil. — Moyens de transport

DEUXIÈME PARTIE. — CLASSE 32 (TOME I)

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

M CMII

C. F. E.

RAPPORTS DU JURY INTERNATIONAL

DE

L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE
DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES

EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE DE 1900
À PARIS

RAPPORTS
DU JURY INTERNATIONAL

Groupe VI. — Génie civil. — Moyens de transport

DEUXIÈME PARTIE. — CLASSE 32 (TOME I)

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

M CMII

Fb 250
157

CLASSE 32

Matériel des chemins de fer

RAPPORT DU JURY INTERNATIONAL

PAR

M. LOUIS SALOMON

INGÉNIEUR EN CHEF DU MATÉRIEL ET DE LA TRACTION
DE LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST

IMPRIMERIE NATIONALE.

COMPOSITION DU JURY.

BUREAU.

MM. Lethier (Claude-Henry), inspecteur général des ponts et chaussées, directeur honoraire des chemins de fer au Ministère des travaux publics, ancien conseiller d'État, président du Comité des travaux publics des colonies (commission supérieure, président des comités, Paris 1900), *président*..... France.

de Ludvigh (Jules), membre de la Chambre des pairs, conseiller ministériel, ingénieur, président-directeur des chemins de fer de l'État, *vice-président*..... Hongrie.

Salomon (Louis), ingénieur des arts et manufactures, ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie des chemins de fer de l'Est (comités, jury, Paris 1889; rapporteur des comités, Paris 1900), *rapporteur*..... France.

Colin (Edmond), ingénieur en chef des ponts et chaussées, attaché au contrôle des chemins de fer du Midi (comité d'admission, Paris 1900), membre secrétaire du comité de l'exploitation technique des chemins de fer au Ministère des travaux publics, *secrétaire*..... France.

JURÉS TITULAIRES FRANÇAIS.

MM. Aigoin (Georges), président du comité central de l'Union des tramways de France, président de la Compagnie générale parisienne de tramways..... France.

Beaugey (Raymond), ingénieur en chef des mines, ingénieur en chef adjoint au directeur des chemins de fer de l'État..... France.

Clérault (Charles-Fernand), ingénieur en chef des mines, ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest (comités, jury, Paris 1889; comité d'admission, Paris 1900)..... France.

Glasser (Georges), ingénieur en chef des ponts et chaussées, sous-directeur de la Compagnie des chemins de fer du Midi (comités, jury, Paris 1889; comités, Paris 1900)..... France.

Goüin (Jules), vice-président du conseil d'administration des chemins de fer de Bône-Guelma, président de la Société de construction des Batignolles, régent de la Banque de France..... France.

Heurteau (Émile), ingénieur en chef des mines, directeur de la Compagnie du chemin de fer d'Orléans (comités, jury, Paris 1889; commission supérieure, comités, Paris 1900)..... France.

Level (Émile), ingénieur des arts et manufactures, directeur de la Société générale des chemins de fer économiques, ancien maire du XVIIe arrondissement de Paris (comités, jury, Paris 1889; comités, Paris 1900)..... France.

Metzger (Charles), inspecteur général des ponts et chaussées, directeur des chemins de fer de l'État (commission supérieure, comités, Paris 1900)..... France.

Morel-Thibaut (Benjamin), matériel roulant pour tramways (comités, jury, Paris 1889; comités, Paris 1900)..... France.

Noblemaire (Gustave), ingénieur en chef des mines en retraite, directeur de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (comités, jury, Paris 1889; commission supérieure, vice-président des comités, Paris 1900), membre de la Chambre de commerce de Paris..... France.

MM. Pérouse (Denis), inspecteur général des ponts et chaussées, directeur des chemins de fer au Ministère des travaux publics, conseiller d'État (comités, jury, Paris 1889; comité d'admission, Paris 1900)..... France.

Sartiaux (Albert), ingénieur en chef des ponts et chaussées, ingénieur en chef de l'exploitation de la Compagnie du chemin de fer du Nord (comités, jury, Paris 1889; commission supérieure, comités, Paris 1900)..... France.

JURÉS TITULAIRES ÉTRANGERS.

MM. von Borries, conseiller de régence et de constructions, à Hanovre. Allemagne.

Schützenhofer, conseiller aulique du Ministère I. R. des chemins de fer, à Vienne..... Autriche.

Degraux, ingénieur en chef, directeur aux chemins de fer de l'État, à Malines..... Belgique.

Smith (Willard A.), directeur du génie civil et des moyens de transport au Commissariat général des États-Unis..... États-Unis.

Mitchell (A. E.), ingénieur en chef de la traction de la Compagnie des chemins de fer de l'Erie..... États-Unis.

Robertson (F. E.), membre de l'Institution des ingénieurs civils anglais..... Grande-Bretagne.

Saccardo (Marc), ingénieur en chef, inspecteur royal des chemins de fer..... Italie.

Pétroff (Nicolas), ingénieur, membre du Conseil de l'Empire.... Russie.

Abt (Roman), ingénieur, à Lucerne (membre du jury de 1889). Suisse.

Crépy (Pierre), ancien élève de l'École polytechnique, ancien ingénieur de la Compagnie des wagons-lits..... République Sud-Africaine.

JURÉS SUPPLÉANTS ÉTRANGERS.

MM. van der Zypen, conseiller intime de commerce, à Cologne..... Allemagne.

Gerstner (Fr.), inspecteur principal, chef du Service de la traction et du matériel roulant de la Société austro-hongroise des chemins de fer de l'État..... Autriche.

Strapp (Walter), membre de la Société des ingénieurs civils de France, membre associé de l'Institution des ingénieurs civils anglais..... Grande-Bretagne.

Reitlinger, ingénieur..... Hongrie.

Galitzinski (Théodore), ingénieur, inspecteur des chemins de fer russes..... Russie.

Duboux (Victor), ingénieur, chef de service à la Compagnie des chemins de fer Jura-Simplon, à Lausanne..... Suisse.

EXPERTS.

M. Monmerqué (Arthur), ingénieur en chef des ponts et chaussées, ingénieur en chef des services techniques de la Compagnie générale des omnibus de Paris..... France.

Rank, ingénieur-conseil du Ministère des chemins de fer d'Autriche. Autriche.

MATÉRIEL DES CHEMINS DE FER.

AVANT-PROPOS.

Questions traitées dans le rapport, leur division. — Pendant les opérations du Jury de la Classe 32, le rapporteur a dû reconnaître l'étendue et les difficultés de la tâche dont il a eu l'honneur d'être chargé. Dans aucune des expositions les objets, les dessins et les documents de toutes espèces relatifs aux voies ferrées ne s'étaient présentés aussi nombreux et aussi variés.

En nous reportant aux rapports et comptes rendus des précédentes Expositions, nous avons pu établir le tableau ci-dessous qui montre que, pour le nombre des locomotives et véhicules y figurant, l'Exposition de 1900 a de beaucoup dépassé toutes les précédentes.

EXPOSITIONS. (Aux expositions ci-dessous figurait le matériel dont l'effectif est indiqué ci-contre.)	MATÉRIEL DES CHEMINS DE FER.		MATÉRIEL DES TRAMWAYS.		TOTAUX GÉNÉRAUX.
	LOCOMOTIVES.	VOITURES et wagons.	LOCOMOTIVES.	VOITURES automotrices et de remorque.	
Paris 1855	20	5?	0	0	25
Londres 1862	20	10?	0	0	30
Paris 1867	34	31	0	0	65
Vienne 1873	47	72	0	0	119
Paris 1878	47	51	9	15	122
Paris 1899	52	94	//	4	150
Chicago 1893	62 (1)	85 (1)	//	//	147
Paris 1900	72	137	2	26	237

(1) Ces chiffres comprennent le matériel pour tramways.

Les chemins de fer ont pris dans la vie des peuples une telle importance que les pays qui, par leur éloignement ou toute autre cause, n'ont participé que peu à la Classe 32, ou même n'y ont point participé, ont tenu à indiquer soit dans leurs catalogues particuliers, soit dans des notices spéciales, le développement et les progrès de leurs réseaux.

Les pays figurant au Catalogue général de la Classe 32 ont participé à l'Exposition de façons fort différentes; certains d'entre eux, tels que l'Allemagne, la Belgique, la Grande-Bretagne, nous ont surtout envoyé du matériel de traction et de transport; un autre, l'Autriche, a joint à son matériel une très importante exposition d'appareils de

sécurité. Ces derniers appareils formaient la partie la plus intéressante de la section des Pays-Bas. La Bosnie-Herzégovine, dans son pavillon de la rue des Nations, présentait un exemple de l'application de la voie de 0 m. 60 s'imposant à l'étude des ingénieurs.

Dans ces conditions, quel que fût notre désir de prendre comme modèles les rapports sur la Classe des chemins de fer aux expositions universelles de 1878 et de 1889, il ne nous a pas paru possible d'imiter complètement nos éminents prédécesseurs MM. Jacqmin et Clérault, et nous avons été conduit à diviser comme suit notre rapport :

Dans la première partie, nous examinons en particulier l'exposition de chaque pays, faisant précéder notre compte rendu d'un historique sommaire du développement des voies ferrées (ce que M. Jacqmin avait d'ailleurs fait en partie) [1], puis d'un aperçu de l'état actuel de la branche spéciale de leur industrie relative à la construction des locomotives, voitures et wagons. Cette branche d'industrie est devenue fort importante, non seulement par elle-même, mais par les matières très diverses qu'elle met en œuvre. Certains pays y trouvent actuellement une source d'exportation fructueuse. Il ne nous a pas paru possible de passer sous silence les faits économiques nettement précisés par l'Exposition.

Dans les deuxième et troisième parties, principalement documentaires, nous décrivons brièvement les locomotives, voitures, wagons exposés en nature, en les divisant en : matériel de chemins de fer à voies larges, à voies étroites, matériel de tramways. Comme dans les rapports de 1878 et de 1889, des tableaux résument les dimensions principales. Cette partie comprend des revues d'ensemble de ces diverses catégories de matériel, puis l'examen des appareils et dispositifs se rapportant aux attelages automatiques, aux freins, à l'éclairage des voitures et à leur chauffage.

Une quatrième partie est consacrée à la traction électrique en raison de l'importance prise actuellement par ce mode de traction.

Une cinquième partie, intentionnellement courte, résume l'impression qui nous semble résulter des études précédentes.

Dans les différentes parties du présent rapport, nous n'avons pas cherché à refaire le Catalogue. Notre devoir nous a semblé être d'appeler l'attention sur les objets nouveaux et intéressants et sur les faits principaux, en cherchant à en déduire un aperçu de la situation des voies ferrées et de leur outillage dans les divers pays, à la fin du XIXe siècle.

Pays ayant exposé dans la Classe 32. — Les pays ayant exposé des objets que le

[1] Pour l'indication du développement kilométrique des réseaux, nous avons cherché à prendre nos renseignements dans les documents les plus certains. Nous devons malheureusement reconnaître qu'à l'heure actuelle, sauf la Suisse, les divers pays ne possèdent pas la statistique complète des voies ferrées existantes. Aux chemins de fer proprement dits sont venus s'ajouter les tramways puis des lignes intermédiaires, désignées sous divers noms : chemins de fer routiers, vicinaux, légers (*light Railways* anglais), petits (*Kleinbahnen* allemands), etc., lignes plus ou moins comprises dans les statistiques officielles. A cette cause doivent tenir les différences que l'on constate entre les chiffres extraits de sources diverses.

Jury de la Classe 32 a estimé être de sa compétence d'après la classification officielle ont été, en outre de la France et de ses colonies : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, la Bosnie-Herzégovine, les États-Unis, la Grande-Bretagne, la Hongrie, l'Italie, le Luxembourg, la Norvège, les Pays-Bas, la Roumanie, la Russie, la République Sud-Africaine, la Suède et la Suisse. Le Jury de Classe a jugé que, quoique portés au Catalogue général officiel, l'Espagne, le Japon, le Mexique, le Pérou, le Portugal, la Serbie et la Turquie n'exposaient pas d'objets pour lesquels il puisse faire de propositions de récompenses. Pour ces derniers pays, et pour ceux participant dans d'autres classes à l'Exposition, qui ont bien voulu nous fournir les renseignements nécessaires (Danemark, Grèce), nous avons néanmoins indiqué brièvement dans le présent rapport le développement et la situation actuelle de leurs voies ferrées.

Nombre des exposants. — Les nombres des exposants des dix-sept divers pays figurant à la Classe 32 ont été les suivants :

France et colonies	121	Norvège	1
Allemagne	25	Pays-Bas	3
Autriche	27	Roumanie	3
Belgique	25	Russie	36
Bosnie-Herzégovine	1	République Sud-Africaine	1
États-Unis	83	Suède	1
Grande-Bretagne	26	Suisse	8
Hongrie	24		
Italie	11	TOTAL GÉNÉRAL	397
Luxembourg	1		

Espaces occupés par la Classe 32. — Les objets exposés dans la Classe 32 se trouvaient au Champ-de-Mars, dans le palais des Moyens de transport, à Vincennes, dans le hangar spécial au matériel[1], dans quelques palais et pavillons établis rue des Nations, au Trocadéro et dans le parc de Vincennes. Ils occupaient en outre quelques espaces découverts au Champ-de-Mars et à Vincennes, ces derniers étant assez étendus. La planche n° I indique la répartition des emplacements dans le hangar de Vincennes.

La section française couvrait dans le palais des Moyens de transport une surface de 2,940 mètres carrés sur laquelle se trouvaient : une locomotive à vapeur, un tracteur d'atelier à pétrole, 22 voitures ou wagons de chemins de fer ou de tramways, puis toutes les expositions d'objets divers : documents statistiques et graphiques, freins, appareils d'éclairage et de chauffage; bâches et petit matériel des gares, etc.; la planche n° II indique la répartition des surfaces horizontales et murales.

[1] Ce vaste hangar, couvrant des voies d'une longueur totale de 3,600 mètres répartis sur 20 voies de 160 à 200 mètres de longueur, était tout à fait approprié à sa destination, et permettait des comparaisons faciles et promptes. Chacune des voies était abordable séparément, grâce à un faisceau de voies extérieures toutes raccordées par des aiguillages à un embranchement de la ligne de Paris à Vincennes. Cette disposition, qui a facilité le classement, a permis de recevoir les retardataires et s'est prêtée à des remaniements reconnus nécessaires pendant la durée de l'Exposition.

L'Administration des chemins de fer de l'État et les six grandes Compagnies françaises s'étaient groupées pour présenter au public un ensemble de documents, photographies et petits appareils électriques et de sécurité, pièces détachées de matériel, etc., de nature à donner une idée nette des derniers progrès réalisés sur nos lignes d'intérêt général.

Cette exposition groupée était encadrée par un élégant portique, en style renaissance française, dessiné par M. Gouny, architecte de la Compagnie de l'Est.

La locomotive Thuile se trouvait dans le pavillon spécial du Creusot. Les voitures construites par les ateliers de Saint-Denis pour la Compagnie internationale des wagons-lits, et destinées au service du Transsibérien, étaient abritées dans le bâtiment du panorama de ce chemin de fer au Trocadéro.

A Vincennes, les locomotives et véhicules français occupaient quatre voies (de 800 mètres de longueur totale) du hangar.

La Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston avait fait construire un bâtiment spécial pour ses voitures, les spécimens de ses types de voies et divers appareils électriques. Des espaces découverts étaient occupés par diverses expositions et par le matériel des voies des chemins de fer de l'État et des six grandes Compagnies.

L'Allemagne occupait un faible espace dans le groupe VI, au Champ-de-Mars; à Vincennes ses locomotives et voitures couvraient 395 mètres de voies du hangar; dans le parc, M. Jules Rutgers, de Berlin, avait fait construire une fort intéressante petite usine pour l'imprégnation (ou injection) des bois d'après ses procédés; et la «Continentale Gesellschaft für elektrische Unternehmungen» avait fait ériger un spécimen, d'une soixantaine de mètres de longueur, de la voie aérienne du chemin de fer suspendu électrique, à rail unique, établi d'après le système Langen, à Barmen-Elberfeld.

Une locomotive électrique de l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, arrivée tardivement, avait dû être placée au Champ-de-Mars sur une voie extérieure.

L'Autriche avait au palais des Moyens de transport son exposition rétrospective des chemins de fer et quelques expositions d'objets parmi lesquels le frein à vide Hardy. Dans le hangar de Vincennes, ses locomotives et véhicules occupaient 340 mètres de voies; puis dans le parc était érigé un élégant pavillon dans l'intérieur et autour duquel se trouvaient les appareils de voies et de sécurité exposés par les maisons Siemens et Halske, de Vienne, Joseph de Götz, Étienne de Götz, Leopolder et fils, et par la Société anonyme pour la construction de machines (Breitfeld, Danek et Cie). L'ensemble de ces appareils constituait une des plus intéressantes expositions relatives à la sécurité de la circulation des trains.

Toute l'exposition de la Belgique se trouvait à Vincennes, où elle occupait 370 mètres de voies couvertes.

La Bosnie-Herzégovine avait placé dans son pavillon de la rue des Nations son exposition ressortissant à la Classe 32. Il en était de même pour le Luxembourg, la Norvège et la République Sud-Africaine. Les États-Unis, la Grande-Bretagne et l'Italie

occupaient au palais des Moyens de transports des surfaces peu importantes; la partie intéressante des expositions de ces divers pays se trouvait à Vincennes. Les longueurs de voies occupées étaient respectivement les suivantes : États-Unis, 360 mètres; Grande-Bretagne, 260 mètres, et Italie, 320 mètres.

Les deux grandes administrations italiennes des chemins de fer de la Méditerranée et de l'Adriatique avaient fait établir dans le parc de Vincennes deux importants pavillons où se trouvaient exposés les appareils de sécurité en service sur la Méditerranée et les voitures à traction électrique devant être mises en service sur les lignes de Bologne à San-Felice, Lecco-Colico-Sondrio-Chiavenna, Milan-Gallarate-Varese et Milan-Monza.

La Hongrie avait, au Champ-de-Mars, son musée rétrospectif, des documents et pièces de détail et son matériel occupait 265 mètres de voies sous le hangar de Vincennes.

La Russie avait disposé à l'étage du palais des Moyens de transport un important groupe de documents, modèles, dessins et objets divers. A Vincennes, son exposition fort importante de locomotives et véhicules couvrait 400 mètres de voies.

Toute l'exposition des Pays-Bas, comprenant notamment une voiture pour chemin de fer à voie étroite, les objets présentés par la Roumanie, les exposants de la Suisse (sauf les locomotives de Winterthur couvrant 90 mètres du hangar de Vincennes), étaient abrités par le palais du Champ-de-Mars. Dans la section suisse se trouvait la voiture du tramway de Lucerne.

L'unique exposant de la Suède se trouvait à Vincennes dans le bâtiment des cycles.

D'après cet exposé on voit que sauf la locomotive électrique allemande, la voiture hollandaise et le tramway suisse, tout le matériel étranger était groupé à Vincennes, tandis qu'une partie importante des véhicules français se trouvait au Champ-de-Mars. Cette division, due à divers motifs, a été d'après nous fâcheuse : l'exposition française a paru moins importante qu'elle ne l'était réellement et les comparaisons, en fait souvent favorables aux constructeurs français, étaient rendues difficiles.

Remarques sur les récompenses proposées par le Jury de la Classe 32. — Bien que nous n'ayons nullement à justifier les propositions de récompenses faites par le Jury de la Classe 32, nous pensons qu'il convient de dire ici que ce Jury, adoptant la règle que s'était tracée le Jury de 1889, n'a pas cru pouvoir élever l'échelle des récompenses attribuées aux exposants d'appareils d'éclairage et de chauffage, de bâches, de galons, de petit matériel, au même niveau que les propositions faites pour les créateurs d'appareils de voie ou de sécurité et les constructeurs de locomotives et de véhicules. Il a cru devoir suivre cette règle, la voie, les signaux et le matériel de traction et de transport constituant pour lui les parties essentielles des voies ferrées, tout en reconnaissant l'utilité, les qualités et la bonne fabrication de ces objets accessoires, notamment dans la section française.

En terminant cet avant-propos, je dois adresser mes sincères remerciements à MM. les commissaires généraux, aux ingénieurs délégués et aux exposants qui ont bien voulu me fournir les renseignements et dessins qui seuls donnent de la valeur à notre rapport.

Je remercie également mes collaborateurs habituels à la Compagnie de l'Est qui m'ont aidé dans ma tâche, notamment M. Biard, ingénieur principal, qui a bien voulu revoir la partie relative au matériel de transport; MM. Oudet, inspecteur, Meyer (A.-et-M.) attaché au service des études, et Mankel, inspecteur, qui ont analysé et traduit les documents, puis établi les tableaux des dimensions principales du matériel exposé.

PREMIÈRE PARTIE.

FRANCE.

Superficie (en Europe)..... 536,464 kilomètres carrés.
Population (en Europe)..... 38,600,000 habitants (en 1900).

Historique et classification des chemins de fer français. Effectif du matériel.

La première voie française d'une longueur de 18 kilomètres, destinée à relier Saint-Étienne à Andrezieux, fut mise en construction en 1823.

Les lignes de Saint-Étienne à Lyon (57 kilomètres) et d'Andrezieux à Roanne (67 kilomètres) furent respectivement concédées en 1826 et 1828; en cette dernière année 23 kilomètres de chemins de fer étaient exploités et 125 kilomètres se construisaient.

Les chiffres ci-dessous extraits de la statistique établie par le Ministère des travaux publics indiquent les développements successifs des voies ferrées (chemins de fer d'intérêt général et local, chemins de fer industriels et tramways), en exploitation sur le territoire de la France continentale au 31 décembre des années indiquées :

	kilomètres.		kilomètres.
1828	23	1870	17,953
1830	38	1880	26,609
1840	497	1890	37,909
1850	3,083	1899	46,180
1860	9,549		

Les chemins de fer français sont divisés en :

1° Réseau d'intérêt général de l'État, des six grandes Compagnies et des ceintures de Paris. Ces lignes sont à voie normale, sauf 247 kilomètres à voie de 1 mètre dont 209 exploités par la Compagnie de l'Ouest et 38 par la Compagnie de Paris à Orléans.

2° Chemins de fer secondaires d'intérêt général. — La presque totalité des chemins de fer de cet ordre appartiennent aux chemins de fer de la Corse, à la Société générale des chemins de fer économiques, à la Compagnie des chemins de fer départementaux et à la Compagnie du Sud de la France; les lignes exploitées par ces différentes Compagnies sont toutes à voie étroite de 1 mètre d'écartement entre rails;

3° Chemins de fer d'intérêt local. — Ces chemins de fer ont été construits sous deux régimes différents : celui de la loi de 1865 qui comportait des subventions fixes accordées aux concessionnaires de chemins de fer d'intérêt local par les départements inté-

STATISTIQUE DES CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS FRANÇAIS AU 1er JANVIER DES ANNÉES 1878, 1889 ET 1900.

NOMS DES ADMINISTRATIONS.	LONGUEURS KILOMÉTRIQUES. Construites et exploitées. 1878.	1889.	1900.	En construction. 1900.	EFFECTIF DU MATÉRIEL. Locomotives. 1878.	1889.	1900.	Voitures. 1878.	1889.	1900.	Fourgons et wagons. 1878.	1889.	1900.
FRANCE CONTINENTALE.													
1° Intérêt général :													
Nord	1,869	3,238	3,701	11	1,111	1,635	1,775	1,715	3,054	4,567	30,918	46,221	59,283
Est	2,381	4,197	4,543	112	868	1,363	1,347	2,347	2,927	3,589	21,499	28,464	31,732
Ouest	2,707	4,623	(1) 5,687	(2) 291	889	1,342	1,533	2,642	3,611	4,572	15,388	22,389	27,426
Paris à Orléans	4,321	5,974	(1) 6,969	(2) 558	930	1,325	1,389	2,142	3,201	3,819	20,881	27,329	29,453
Paris-Lyon-Méditerranée	5,530	8,060	9,043	547	1,912	2,451	2,638	3,237	5,059	6,535	59,031	84,960	87,015
Midi	2,165	2,897	3,481	460	488	801	841	1,426	2,138	2,473	17,075	23,621	24,717
Ceintures de Paris	28	127	127	"	10	13	13	77	120	227	30	52	52
Réseau de l'État	"	2,470	2,727	93	"	529	576	"	1,747	1,783	"	14,090	14,386
Compagnies diverses et chemins de fer non concédés	2,039	1,064	1,498	52	237	85	149	327	214	336	6,505	2,298	3,824
Totaux des chemins de fer d'intérêt général	21,040	32,650	37,776	2,124	6,445	9,544	10,261	14,413	22,071	27,901	171,327	249,424	277,888
2° Intérêt local	2,307	2,386	4,435	(3) 1,715	"	275	494	"	707	1,148	"	3,734	6,713
Chemins de fer industriels et divers	184	225	227	(3) 43	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Tramways. Voyageurs et marchandises ou voyageurs seulement	223	939	3,742	(3) 2,169	"	"	595 et 1,497 automobiles.	"	"	(4) 3,517	"	"	2,783
Total général	23,754	36,200	46,180	6,051	6,445	9,819	11,350 et 1,497 automobiles.	14,413	22,778	(4) 32,566	171,327	253,158	287,384
ALGÉRIE ET TUNISIE.													
Intérêt général	603	2,787	3,587	"	"	275	355	"	619	764	"	5,489	7,070
Intérêt local	52	"	"	44	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Lignes industrielles	32	28	271	74	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Tramways	"	"	160	86	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Total général	687	2,815	4,018	204	"	275	355	"	619	764	"	5,489	7,070
Ensemble	24,441	39,015	50,198	6,255	6,445	10,094	13,202	14,413	23,397	33,330	171,327	258,647	294,454

(1) Dont à voie de 1m 000 : Ouest, 209 kilomètres; Orléans, 38 kilomètres. — (2) Dont à voie de 1m 000 : Ouest, 135 kilomètres; Orléans, 255 kilomètres; Paris-Lyon-Méditerranée, 88 kilomètres. — (3) En construction ou à construire.

(4) Ces chiffres ne comprennent pas les automobiles indiquées dans la colonne des locomotives.

ressés et par l'État, et celui du 11 juin 1880 dans lequel le système de la garantie d'intérêts est substitué à celui des subventions fixes.

Les lignes construites sous le premier de ces régimes sont pour la plupart à voie normale de 1 m. 44; celles construites sous le second sont en majeure partie à voie étroite de 1 mètre;

4° Chemins de fer industriels;

5° Tramways.

D'après les statistiques officielles, les tramways sont classés en :

Tramways à voyageurs et à marchandises jouissant d'une garantie de l'État qui sont de véritables voies de communication rurales dont plusieurs ont une étendue de 100 à 200 kilomètres.

Tramways à voyageurs et à marchandises sans garantie, desservant des villes secondaires ou leur banlieue.

Tramways à voyageurs prenant des bagages et des messageries et desservant en général la banlieue des villes d'une certaine importance.

Tramways ne transportant que des voyageurs et destinés aux services urbains et suburbains.

La voie à écartement normal et la voie de 1 mètre sont de beaucoup les plus répandues.

Le tableau ci-dessus (p. 12 et 13) indique pour la France, l'Algérie et la Tunisie, les longueurs kilométriques des lignes de chemins de fer exploitées au 1er janvier des années de nos trois grandes expositions universelles, c'est-à-dire 1878, 1889 et 1900, les lignes en construction en 1900, ainsi que l'effectif du matériel en service sur les diverses lignes considérées.

Les chiffres de ce tableau montrent que l'accroissement des voies ferrées pendant les deux périodes successives de onze années qui ont séparé les trois dernières expositions universelles s'est produit comme suit :

DÉSIGNATION DES LIGNES.	ACCROISSEMENT	
	DE 1878 À 1889.	DE 1889 À 1900.
	kilomètres.	kilomètres.
FRANCE.		
Chemins de fer d'intérêt général	11,610	5,126
Chemins de fer d'intérêt local	79	2,049
Chemins de fer industriels	41	2
Tramways	716	2,803
TOTAUX	12,446	9,980
ALGÉRIE ET TUNISIE.		
Chemins de fer et tramways	2,128	1,203
TOTAUX GÉNÉRAUX	14,574	11,183

Le tableau ci-après extrait du *Journal officiel* (nos du 9 juillet 1900 et du 10 août 1901) indique les longueurs kilométriques des tramways français exploitées au 1er janvier 1900 et 1901, seulement avec le système de traction indiqué, ou simultanément avec plusieurs systèmes de traction.

SYSTÈME DE TRACTION.	LONGUEUR DES VOIES EXPLOITÉES.					
	SEULEMENT AVEC LE SYSTÈME DE TRACTION indiqué ci-contre.		SIMULTANÉMENT AVEC LE SYSTÈME DE TRACTION indiqué ci-contre et d'autres systèmes.		TOTAUX.	
	1900.	1901.	1900.	1901.	1900.	1901.
	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.
Chevaux	418	129	202	301	620	430
Vapeur avec foyer	2,369	2,585	241	351	2,610	2,936
Vapeur sans foyer	29	3	88	185	117	188
Air comprimé	100	76	36	136	136	212
Électricité. Accumulateurs	4	4	65	170	69	174
Électricité. Fil aérien	448	765	101	213	549	978
Électricité. Contacts superficiels	7	//	//	106	7	106
Électricité. Caniveau	//	//	//	65	//	65
Funiculaires	3	3	//	//	3	3

Ce tableau montre la décroissance de la traction animale et le développement de la traction électrique sous ses diverses formes.

Traction électrique. — La première application faite en France de l'électricité à la traction de véhicules à voyageurs fut exécutée en 1890 sur le tramway de Clermont-Ferrand avec conducteur tubulaire aérien à navette glissante système Siemens.

Les lignes de Marseille-Saint-Louis, Bordeaux-Bouscat au Vigan et les réseaux de Lyon et du Havre furent respectivement ouverts pendant les années 1892, 1893 et 1894.

Depuis cette époque, les perfectionnements successifs apportés dans l'établissement des organes moteurs et des appareils de prise de courant ont amené, en France, la création d'un grand nombre de lignes électriques dont certaines, desservant la banlieue des grandes villes, ont pris, surtout pendant ces dernières années, un développement remarquable.

Parmi les différents systèmes employés pour recueillir le courant, le trolley est de beaucoup le plus utilisé.

L'ouverture de l'Exposition de 1900 a coïncidé avec l'application de la traction électrique à des sections importantes de lignes de chemins de fer : Compagnie d'Orléans (quai d'Orsay-place Valhubert), Compagnie de l'Ouest (Paris-Invalides à Versailles) et chemin de fer Métropolitain de Paris.

Trois chemins de fer électriques de montagne : le Salève, le Mont-Dore et Cauterets,

étaient exploités en 1900; un quatrième, celui de Chamonix, en construction pendant l'Exposition, a été ouvert en 1901.

Toutes ces différentes lignes sont alimentées par du courant continu généralement à la tension de 550 volts obtenu soit directement, soit, dans le cas de lignes d'assez grande longueur, par la transformation de courants alternatifs triphasés à haute tension, au moyen de transformateurs et de convertisseurs disposés dans des sous-stations convenablement réparties en divers points de la ligne à desservir.

L'utilisation directe de courants triphasés est appliquée sur la ligne d'Evian-les-Bains.

Le tableau ci-dessous qui résume les statistiques publiées par l'*Industrie électrique* indique le développement successif des lignes à traction électrique installées en France au 1er janvier des années considérées; il montre les remarquables progrès accomplis pendant les quatre dernières années 1897 à 1900 :

ÉLÉMENTS.	1893.	1894.	1895.	1896.	1897.	1898.	1899.	1900.	1901.
Longueur totale des lignes en kilomètres.	37.4	41.4	96.3	132	279.3	396.8	487.5	752.8	1 486.3
Puissance totale en kilowatts	1,525	1,796	3,610	4,490	8,736	15,158	18,718	28,308	64,383
Nombre total des voitures automotrices.	20	29	152	225	432	664	759	1,295	2,425
Nombre de lignes à conducteur aérien	2	4	7	11	19	36	42	56	76
Nombre de lignes à conducteur souterrain	0	0	0	0	1	1	2	3	6
Nombre de lignes à rail saillant	1	1	1	1	1	1	1	1	4
Nombre de lignes à accumulateurs	2	2	3	4	5	4	6	6	8
Nombre de lignes mixtes (accumulateurs et trolley)	0	0	0	0	0	2	4	4	6
Nombre de lignes mixtes (trolley et caniveau).	0	0	0	0	0	0	1	2	2
Nombre de lignes mixtes (contacts superficiels et trolley)	0	0	0	0	0	0	0	0	7

L'Industrie de la construction en France.

Nous estimons à environ 300 locomotives, 1,800 voitures à voyageurs et 15,000 wagons la production annuelle que peuvent atteindre les ateliers français. Cette production dépasse les besoins moyens du pays; elle s'est trouvée à de rares époques, notamment après l'adoption du programme de travaux publics de M. de Freycinet, inférieure à ces besoins.

Il y a une trentaine d'années les ateliers français livraient couramment des locomotives aux chemins de fer étrangers, notamment en Espagne, en Italie et en Russie. Dans ces dernières années cette exportation a été peu importante, nos ateliers, qui ne se spécialisent pas à la construction des locomotives, trouvant sans doute avantageux de se consacrer à d'autres travaux. Il n'y a pas de motif technique à un tel arrêt dans l'exportation des locomotives. Les vitesses et les charges des trains circulant sur nos chemins de fer prouvent que la construction des locomotives est en France aussi soignée que dans tout autre pays.

Les voitures et wagons livrés par nos constructeurs se recommandent également par leur bonne fabrication. Une partie de la production du matériel roulant est d'ailleurs exportée. L'extension des chemins de fer dans les colonies françaises devra permettre à nos constructeurs de développer et de perfectionner leur outillage et par suite d'abaisser leurs prix de revient.

Voie et appareils de sécurité.

Les administrations du réseau de l'État et des six grandes Compagnies de chemins de fer français avaient pris, comme nous l'avons dit dans l'avant-propos, l'heureuse décision de se grouper au Champ-de-Mars et de rapprocher autant que possible au parc de Vincennes leurs expositions d'appareils de voie. Cette mesure a grandement facilité aux ingénieurs étrangers l'étude et la comparaison des objets exposés. Nous pensons devoir conserver ici ce même groupement, en évitant les répétitions pour les dispositions employées par plusieurs réseaux et en laissant de côté les objets connus ou de peu d'importance.

Nous passerons successivement en revue : la voie et ses organes; les aiguillages et croisements; les signaux; les verrouillages et enclenchements; les appareils de block; puis enfin les objets divers se rapportant à la voie.

1° Voie : rails, traverses, éclisses et attaches.

Chemins de fer de l'État. — La voie entièrement métallique des chemins de fer de l'État, du type adopté en 1893, est formée de traverses en acier doux, ayant la forme d'une auge renversée, et de rails en acier à champignons dissymétriques pesant 40 kilogrammes le mètre courant et d'une longueur normale de 11 mètres. Ces rails reposent sur les traverses par l'intermédiaire de coussinets en fonte pesant 12 kilogr. 360, réunis à la traverse par deux boulons; pour éviter que ces boulons travaillent au cisaillement, chaque coussinet porte un talon s'engageant dans la table de la traverse.

Les traverses sont du profil Vautherin perfectionné, leur longueur est de 2 m. 50, leur largeur de 262 millimètres à la base et 137 millimètres à la table supérieure, leur hauteur totale de 89 millimètres. L'épaisseur de la table supérieure est de 9 millimètres, leur poids de 58 kilogrammes.

A la fin de l'année 1899 le nombre des traverses de ce type posées sur les lignes de l'État dépassait 400,000.

Les éclisses, en acier, sont à aile pendante. L'éclisse intérieure forme arrêt en butant contre la semelle des coussinets de joints; une paire d'éclisses pèse 19 kilogr. 500. Chaque joint comporte 4 boulons. Les coins, du système David, sont en acier laminé.

La voie posée sur traverses en bois ne diffère de la voie entièrement métallique que par le mode de liaison des rails aux traverses.

Le coussinet en fonte (type 1891) est fixé par 3 tirefonds de 21 millimètres de

IMPRIMERIE NATIONALE.

diamètre. Les trous des 2 tirefonds intérieurs à la voie sont garnis de bagues en bois, coniques à l'extérieur, qui empêchent le contact et, par suite, l'usure du coussinet et des tirefonds.

L'État a mis à l'essai des semelles formées de feuilles de vieux papier, qui sont interposées entre les traverses et les coussinets.

Éclissage renforcé pour rails symétriques de 38 kilogrammes. — L'augmentation des charges et des vitesses des trains a conduit à créer en 1895 un nouveau type d'éclisse renforcée pour les rails symétriques de 38 kilogrammes. Cette éclisse enveloppe la partie inférieure du rail et le soutient sur une surface d'appui très rapprochée de l'horizontale. L'éclisse intérieure forme arrêt contre la semelle du coussinet. Les deux éclisses sont reliées par 4 boulons; leur poids est de 23 kilogr. 500.

Chemins de fer de l'Est. — La Compagnie de l'Est ne pose plus que des rails en acier du type Vignole pesant environ 44 kilogrammes, en barres de 12 et de 18 mètres de longueur. Les barres de 12 mètres reposent sur 17 traverses en bois et les barres de 18 mètres sur 25. Chaque rail est fixé à chaque traverse ordinaire par 3 tirefonds de 23 millimètres, à tête de 52 millimètres de diamètre, et aux traverses contre-joint par 4 tirefonds dont deux sont spéciaux, à tête à embase, servant de butoirs. Les joints sont concordants et en porte-à-faux.

Les traverses de joint sont délardées suivant le procédé de M. l'ingénieur en chef Müntz, ce qui permet de réduire à 0 m. 42 leur distance d'axe en axe. Ce système est employé par la Compagnie de l'Est depuis 1889.

Les éclisses (modèle 1898) pèsent 12 kilogrammes l'une. Elles ont un patin limité à l'intervalle des deux traverses contre-joint et ne passant pas sous les chapeaux des tirefonds fixant les rails, de façon à ne pas les arracher des traverses par leurs mouvements lors du passage des roues.

Les rails reposent sur des semelles placées dans les entailles de sabotage des traverses. Ces semelles, employées depuis 1879, sont en feutre goudronné ou en bois de peuplier chloruré.

Le cheminement des rails est arrêté par la portée latérale du patin des éclisses contre les têtes à embase des tirefonds spéciaux.

Les rails de 18 mètres reçoivent, en outre, des flasques d'arrêt tirefonnées aux traverses et boulonnées contre l'âme du rail.

Pour raccorder entre eux les rails Vignole de 44 et de 30 kilogrammes (le rail de 30 kilogrammes en acier est le seul type dont il ait été fait usage à l'Est entre l'abandon du rail en fer et l'adoption du rail en acier de 44 kilogrammes), l'Est emploie maintenant des éclisses spéciales de raccord, en acier moulé Robert, avec nervure de renforcement au joint (système de M. Dufaux), et des éclisses en acier forgé et estampé, renforcées en épaisseur au droit du joint.

Préparation des traverses. — Depuis plus de trente ans la Compagnie de l'Est injecte à la créosote toutes les traverses en chêne et en hêtre qu'elle pose. Aussi cette Com-

pagnie a-t-elle fait figurer dans son exposition une série de traverses préparées, les unes neuves, les autres ayant subi le passage de 250,000 à 500,000 trains. Avec le mode de préparation adopté, les traverses ont une durée de vingt à trente ans dans les voies principales [1].

Des spécimens des vices graves rencontrés dans les billes de chêne et de hêtre étaient également exposés.

Chemins de fer du Midi. — Le dernier type de voie est formé de rails symétriques à double champignon, en acier dur, pesant 38 kilogrammes le mètre, en barres de 11 mètres de longueur, reposant ordinairement sur 12 traverses. Le nombre des traverses est porté à 14 sur les sections parcourues par les trains rapides ou présentant soit de fortes déclivités, soit des courbes de petit rayon.

Les traverses sont soit en pin sulfaté ou créosoté, soit en chêne créosoté.

Les coussinets en fonte sont de trois modèles pesant respectivement : 11 kilogr. 5, 14 kilogr. 5 et 16 kilogr. 4. Le modèle de 14 kilogr. 5 est appliqué sur le parcours des trains rapides, et le modèle de 16 kilogr. 4 «à 3 tirefonds» est employé pour les deux traverses de joint et dans les courbes de rayon égal ou inférieur à 1,000 mètres des grandes lignes de Bordeaux à Cette, de Bordeaux à Irun et de Narbonne à Cerbère.

Les coussinets sont fixés aux traverses par des tirefonds galvanisés ou goudronnés. Les rails sont maintenus dans les coussinets au moyen de coins en acier des systèmes David et Colombier.

L'éclissage du dernier type se compose d'une éclisse intérieure unie de 0 m. 54 de longueur et d'une éclisse extérieure de 0 m. 45 de longueur, cannelée et plongeante, qui descend en dessous du champignon inférieur du rail.

Chemin de fer du Nord. — C'est à partir de 1888 que le chemin de fer du Nord a commencé l'emploi, pour ses lignes les plus fatiguées, d'un rail Vignole en acier de 43 kilogr. 215 au lieu du rail d'acier de 30 kilogrammes, jusqu'alors seul adopté. A partir de 1894, il a été jugé utile d'augmenter l'épaisseur du patin pour faciliter le laminage. Ce nouveau rail de 45 kilogrammes se pose sur les lignes principales, le rail de 30 kilogrammes restant employé pour les lignes secondaires.

Le rail de 45 kilogrammes est en barres de 12 mètres posées sur 16 traverses en bois créosoté. Des semelles en feutre ou en peuplier sont interposées entre le patin et le fond de l'entaille sabotée dans la traverse.

Le rail est fixé à chaque traverse par 3 tirefonds de 23 millimètres. Les joints sont en porte-à-faux avec éclisses-cornières dont l'aile horizontale est encochée au droit des têtes des tirefonds à embase, de telle sorte que ces têtes s'opposent au cheminement.

Afin d'arrêter le déplacement latéral des voies, qui se produit surtout après un nouveau ballastage, les abouts des traverses sont reliés par des madriers longitudinaux noyés dans le ballast. Depuis 1898, l'assemblage de ces pièces à chaque traverse est fait par

[1] La note très complète, publiée par M. Dufaux dans les nos de janvier et mars 1898 de la *Revue générale des Chemins de fer*, fait connaître la pratique suivie par l'Est pour la préparation des traverses et les résultats obtenus.

un étrier embrassant le madrier ; un coin est chassé entre les deux pièces et une broche est enfoncée dans la traverse, de telle sorte que le madrier retient la traverse quel que soit le sens du déplacement que celle-ci tend à prendre. Les madriers sont posés sur les voies uniques de part ou d'autre de la voie, et dans l'entrevoie sur les lignes à double voie.

Chemins de fer de l'Ouest. — La Compagnie de l'Ouest n'emploie que des rails à double champignon. Elle a exposé les divers types dont elle a fait ou fait actuellement usage, notamment :

Le rail de 25 kilogrammes servant à l'établissement de la voie de 1 mètre du réseau breton;

Le rail de 38 kilogr. 75 symétrique, actuellement abandonné;

Le rail de 38 kilogr. 75 non symétrique, qui a remplacé (fin 1898) le précédent sur les lignes secondaires;

Le rail non symétrique de 44 kilogrammes, adopté tout d'abord pour les voies les plus chargées et qui ne sert plus guère qu'à constituer des appareils de voie;

Le rail de 46 kilogr. 25, non symétrique, dernier type créé pour les sections très chargées.

Le rail de 38 kilogr. 75, non symétrique, est en barres de 12 mètres, posées sur 18 traverses, tenues par des coussinets à 3 trous pesant 16 kilogr. 35 l'un. Le champignon de ce rail est plus épais que dans le type symétrique antérieur. Les joints sont constitués soit avec une éclisse simple et une éclisse renforcée, soit avec deux éclisses renforcées. Les rails de 38 kilogr. 75, symétriques et non symétriques, sont raccordés au moyen d'éclisses spéciales rivées.

La voie en rails de 46 kilogr. 25 est formée de barres de 18 mètres de longueur posées sur 24 traverses. Le coussinet, pesant 22 kilogr. 5, a une surface d'appui sur la traverse de 790 centimètres carrés et présente au rail une portée de 190 millimètres de longueur. Les trois trous des tirefonds de fixation sont garnis de bagues en bois. Le joint est fait par deux éclisses de 1 m. 500 de longueur, l'une simple, l'autre à patin.

Les coins de fixation sont, pour tous les types de rails, des coins en acier David, dont l'Ouest fait usage depuis 1885.

Les traverses sont créosotées. Des dessins et photographies représentant le chantier de créosotage de Surdon figuraient dans l'exposition de la Compagnie de l'Ouest au Champ-de-Mars. Ce chantier peut préparer environ 400,000 traverses par an. La quantité de créosote absorbée par traverse est en moyenne de 25 kilogrammes pour le hêtre et de 8 kilogrammes pour le chêne.

Chemins de fer de P.-L.-M. — Sur ses lignes les plus importantes, le P.-L.-M. emploie un rail Vignole de 48 kilogrammes le mètre, généralement par barres de 18 mètres de longueur, chacune d'elles reposant sur 25 traverses en bois. Des selles à talon en acier sont interposées entre le rail et la traverse.

Les joints sont en porte-à-faux et assemblés par deux éclisses cornières, fixées cha-

cune aux traverses par quatre tirefonds afin d'arrêter le glissement longitudinal des rails. Lorsque cette disposition ne suffit pas, il est fait usage de selles d'arrêt spéciales, en acier laminé et plié. Les traverses sont en chêne, en hêtre et parfois en pin des Landes et en sapin de la Baltique. Pour ces bois tendres, l'attache est renforcée au moyen de trénails en charme du système Albert Collet. Les traverses sont toujours injectées à la créosote.

Chemins de fer de Paris-Orléans. — La voie renforcée des Chemins de fer de Paris-Orléans, adoptée depuis 1892 pour les lignes à grande circulation de ce réseau, est constituée par des rails en acier à champignons dissymétriques, en barres dont la longueur actuelle est de 16 m. 500 (la longueur primitivement adoptée était de 11 mètres) et du poids de 42 kilogr. 500 le mètre courant. Les rails sont maintenus par des coins en bois dans des coussinets en fonte, fixés à la traverse créosotée par trois tirefonds en acier de 21 millimètres de diamètre; le poids d'un coussinet est de 18 kilogr. 600.

Les éclisses, en acier, ont 0 m. 45 de longueur et sont recourbées en forme de C au-dessous du champignon inférieur. Le poids d'une paire d'éclisses est de 19 kilogrammes; chaque joint comporte quatre boulons.

Les joints sont en porte-à-faux. La distance d'axe en axe des traverses contre-joints est de 610 millimètres. L'écartement d'axe en axe des traverses intermédiaires est de 0 m. 806 ou 0 m. 967 selon que le rail de 16 m. 500 repose sur 18 ou 21 traverses, suivant la fatigue de la section de la ligne où il est posé.

Le ballast en sable fin de rivière, que le P.-O. est obligé d'employer sur certaines lignes, est recouvert d'une couche de pierres cassées qui s'oppose au soulèvement de ce sable.

A. Collet. — M. Collet avait exposé un grand nombre d'appareils et objets destinés aux réparations et à l'entretien des voies ferrées, parmi lesquels nous citerons :

Chevilles tronconiques polygonales en bois de fil pour reboucher les trous de tirefonds dans les traverses. Ces chevilles sont fabriquées mécaniquement et débitées dans les parties saines des traverses de rebut.

Appareils destinés à la fabrication et à la pose des trénails.

Les trénails, imaginés par M. Collet, sont destinés à consolider les traverses en bois tendre dans les parties correspondant aux attaches des tirefonds ou à réparer des traverses en service dont les trous de tirefonds présentent des altérations. Ils sont constitués par une douille en charme de 45 millimètres de diamètre environ, filetée et terminée par une portée conique, vissée dans les traverses à réparer dont les trous de tirefonds ont été agrandis et taraudés au moyen d'outils spéciaux.

Les trénails sont imprégnés par une immersion pendant 12 heures environ dans un bain de créosote chauffée à 50 degrés.

L'emploi des trénails est généralisé par la Compagnie des Chemins de fer de P.-L.-M. pour les traverses neuves en bois tendre, et par un certain nombre de grands réseaux français et étrangers pour la réparation des traverses.

M. Collet exposait en outre un trénailleur électrique, pour la pose rapide des trénails et divers appareils que nous décrivons plus loin dans le paragraphe « Outillage pour l'entretien des voies ».

Georges Coulon. — *Attaches de rails Vignole.* — Le système d'attache de M. Coulon consiste à fixer les rails sur les traverses par l'intermédiaire d'un taquet en acier pressé par le tirefond. Le taquet appuie d'un côté sur le patin du rail et repose sur la traverse de l'autre côté. Une échancrure ménagée dans le taquet permet de le sortir sans dévisser entièrement le tirefond.

Ce système a l'avantage de supprimer le porte-à-faux de la tête du tirefond, de donner plus de surface de contact sur le patin et de permettre le démontage des rails sans sortir le tirefond.

Les Chemins de fer du Nord et de l'Est ont mis à l'essai ces taquets.

M. Ch. Chenu. — *Coussinet à serrage automatique pour rails à double champignon.* — Entre les deux joues d'un coussinet en fonte est compris un mors mobile qui porte le rail et le serre. La partie inférieure du mors, établie en forme de came, peut pivoter dans le coussinet et produit sur l'âme du rail un serrage d'autant plus énergique que la charge est plus forte. Le mors est maintenu en place par une clavette verticale en fonte. Le rail peut être enlevé très rapidement en retirant la clavette et en faisant basculer le mors.

M. Paulet. — 1° *Support métallique pour rail Vignole.* — Ce support, en fonte, reçoit le rail qui est maintenu en place au moyen d'un crapaud serré par une clavette à faible inclinaison.

Le support est fixé sur la traverse au moyen de tirefonds.

2° *Traverse métallique pour voie Vignole à l'écartement de 1 mètre.* — Le corps de la traverse est constitué par deux cornières à ailes inégales maintenues par deux supports du type ci-dessus dont le patin en forme de T est rivé sur les ailes verticales de ces cornières.

2° Aiguillages et croisements.

Chemins de fer de l'État. — *Changement ou branchement à deux voies en rails dissymétriques de 40 kilogrammes posé sur traverses métalliques* (modèle 1892). — Cet appareil est posé sur 39 traverses dont 25 ayant le profil de la traverse métallique ordinaire de l'État, et 14 traverses spéciales placées au-dessous des coussinets à large base, tels que ceux du cœur et du talon de l'aiguille. Ces traverses sont formées par des fers U de 250 millimètres de largeur, dont la cavité est fermée à chaque bout par des cornières rivées. Une de ces dernières traverses prolongée en dehors de la voie reçoit la boîte de manœuvre du changement.

Les coussinets, qui sont soumis à des efforts transversaux dans les deux sens, notamment les coussinets de talon d'aiguilles et de croisement, portent des talons pénétrant

dans la traverse à laquelle ils sont fixés par des boulons-clavettes et des cales donnant une butée dans chaque sens. Les aiguilles ont 4 m. 800 de longueur. De la pointe au talon la largeur de la voie est réduite de 5 millimètres.

Croisement de voies en rails symétriques de 38 kilogrammes, avec cœur en acier coulé (modèle 1888). — Ce cœur, qui peut être retourné, est porté sur 4 traverses par l'intermédiaire de coussinets spéciaux à coins métalliques. Les joints de ce cœur aux rails courants, qui sont portés par les deux coussinets extrêmes, consistent en queues d'aronde, faisant corps avec le cœur, sur lesquelles sont boulonnés les rails.

Lorsque ce cœur est posé sur des traverses métalliques, les coussinets portent des talons pénétrant dans la table des traverses, et sont fixés par des boulons-clavettes et des cales.

Appareil de manœuvre et de verrouillage pour changement de voie simple (modèle 1897). — Cet appareil est manœuvré à distance par une transmission à double fil, dont la partie enroulée sur la poulie de manœuvre est remplacée par un câble métallique muni d'olives en cuivre qui s'engagent dans des logements ménagés sur le pourtour de la poulie.

Le verrouillage est produit par un verrou horizontal qui est disposé au milieu de la voie, et pénètre dans la barre d'écartement des aiguilles. Ce verrou est relié par des bielles et des leviers d'équerre au mécanisme à excentrique qui manœuvre l'aiguille. Le mécanisme est disposé de telle sorte que l'opération se divise en trois périodes : sortie du verrou, déplacement des aiguilles, nouvel engagement du verrou.

Un contrepoids de sécurité empêche le mouvement de l'excentrique en cas de rupture du fil de transmission.

Verrouillage d'aiguille par verrou tournant manœuvré à distance (type 1897). — Cet appareil, indépendant du mécanisme de manœuvre de l'aiguillage, est constitué par un arbre horizontal placé sous la pointe de l'aiguillage perpendiculairement à la bissectrice de l'angle formé par les contre-rails. Sur cet arbre sont clavetés deux secteurs dont l'un ou l'autre, dans la position de verrouillage, vient s'appuyer contre la face intérieure de l'aiguille correspondante appliquée contre son rail. Ce verrou est manœuvré par une transmission funiculaire à double fil agissant sur une poulie montée à une des extrémités de l'arbre. La course du verrou est limitée par des butées fixées sur la poulie et sur son support. La barre d'entretoisement et de manœuvre des deux aiguilles est disposée de façon à s'opposer au soulèvement éventuel des lames par les secteurs au moment du verrouillage.

Indicateur optique et acoustique de la position des aiguilles (système Sarroste, modèle 1896). — Cet indicateur est électrique, il se compose :

1° De deux commutateurs rotatifs, à quatre secteurs de contact, placés respectivement aux extrémités des deux aiguilles. Leur déplacement est produit par une tige que vient pousser l'aiguille dans la deuxième moitié de sa course;

2° D'une pile montée aux abords de l'aiguillage;

3° D'un appareil à voyants actionnés par relais polarisé, avec une sonnerie montée en

dérivation. Cet appareil est installé dans le poste qui doit contrôler la manœuvre des aiguilles.

Un seul fil relie les deux commutateurs à l'appareil de contrôle et quatre fils relient entre eux les deux commutateurs.

Le montage est tel qu'un courant passe pendant la durée de la manœuvre jusqu'à ce que l'une des aiguilles soit bien en contact avec son rail contre-aiguille. Le courant change de sens au milieu de la manœuvre, ce qui produit le déplacement des voyants.

Chemins de fer de l'Est. — *Aiguillages.* — Dans l'aiguillage à deux voies, type 44 kilogrammes de l'Est, les aiguilles et les contre-aiguilles sont en rails pesant 44 kilogrammes le mètre, convenablement rabotés. Les aiguilles ont 5 mètres de longueur et les contre-aiguilles 9 mètres. Les coussinets de glissement et de talon sont en acier moulé.

Les croisements sont constitués uniquement en rails. Les contre-rails, de 4 m. 300 de longueur, sont pliés à chaque extrémité sur une longueur de 1 m. 100, afin de déplacer progressivement les roues.

L'écartement intérieur des rails, qui est de 1 m. 445 en voie courante, est réduit à 1 m. 440 à la pointe des aiguillages et aux croisements sur une longueur de 7 mètres.

Appareil de manœuvre et de verrouillage d'aiguilles. — L'appareil de l'Est pour la manœuvre et le verrouillage d'un aiguillage au moyen d'un même levier se compose d'un bâti en acier coulé, d'une barre spéciale d'écartement des aiguilles, d'une double équerre de calage dont l'extrémité de la branche médiane est articulée à la barre spéciale, l'autre extrémité de la branche étant attachée à la tringle de manœuvre. A chacune des fins de course, l'une des extrémités de l'équerre vient se caler contre une saillie ménagée sur le bâti. La tringle de manœuvre est d'ailleurs reliée à une pédale.

Appareil de commande et de verrouillage des traversées-jonctions. — Avec cet appareil, la manœuvre et le verrouillage sont produits par un seul levier. L'organe qui sert à la fois à la commande et au verrouillage de la barre reliée à l'aiguille consiste en une équerre horizontale guidée dans un bâti en fonte. A chaque fin de course, une des branches de cette équerre s'arc-boute par une de ses extrémités contre une butée du bâti et, par l'autre extrémité, contre une saillie de la barre de commande de l'aiguille. Cet organe de calage est relié à une pédale.

Boîtes à billes pour transmissions rigides. — Des boîtes à billes, du type exposé, sont employées par l'Est depuis 1895 pour supporter et guider les tubes constituant les transmissions rigides de manœuvre des aiguilles, des verrous, etc. Le frottement de glissement qu'occasionnent les poulies ordinaires est ainsi remplacé par un frottement de roulement, ce qui permet de manœuvrer des appareils à plus de 400 mètres de distance.

Chemins de fer du Midi. — *Aiguillages.* — Les deux aiguilles des changements à deux voies et les grandes aiguilles des changements triples sont faites avec des barres à patin présentant une telle rigidité que l'aiguille ne peut venir s'appliquer sur le rail

contre-aiguille lorsqu'un corps étranger se trouve entre ces deux pièces et à une certaine distance de la pointe.

Les aiguilles courtes des changements triples sont en rails du type usuel à double champignon; toutefois, dans le dernier type de ces changements, l'épaisseur de l'âme du rail a été portée à 30 millimètres.

Appareil de manœuvre d'aiguille, talonnable et avec calage (système Perdrizet). — La commande partant du levier de cabine agit sur l'une des extrémités d'un levier du premier genre, dont l'autre extrémité produit le déplacement et le calage d'une première barre. Une seconde barre, parallèle à la première, est rigidement fixée à la tringle de manœuvre de l'aiguille. Les deux barres sont reliées l'une à l'autre par un ressort à boudin ayant une bande de pose de 200 kilogrammes. L'aiguille, prise en talon, se déplace, mais en portant la bande du ressort à 450 ou 500 kilogrammes, tension suffisante pour ramener l'aiguille en place après le passage des véhicules. Si l'aiguille ne revient pas complètement en place, le levier du premier genre est lui-même calé, ce qui avertit l'aiguilleur de l'incident.

Appareil de manœuvre d'aiguille avec calage (type Midi). — Une came horizontale, actionnée en un point de son contour par la transmission partant du levier, agit sur la tringle de manœuvre de l'aiguille par l'intermédiaire d'un cadre. La forme de la came est telle que la transmission doit effectuer une course de 63 millimètres pour le décalage, puis de 157 millimètres pour le déplacement complet de l'aiguille, enfin de 63 millimètres pour le calage dans la nouvelle position. Si cela est nécessaire, le mouvement de la came peut être contrôlé par une pédale mobile autour d'un axe parallèle au rail.

Calage (système Marcelet). — Le Midi fait usage de l'appareil de manœuvre d'aiguille avec calage, imaginé par M. Marcelet, ingénieur du P.-L.-M. Le Midi commande cet appareil soit par fil double, soit par tringle rigide.

Appareil de manœuvre des aiguilles avec pédale Barbier. — Cette pédale a pour effet de faciliter la manœuvre des aiguilles à contrepoids rivé, en diminuant l'effort que doit exercer l'aiguilleur pour maintenir le contrepoids soulevé pendant la durée du passage du train. Elle consiste en un balancier à contrepoids disposé parallèlement à la voie. Lorsque l'agent, après avoir manœuvré l'aiguille, abaisse avec le pied la pédale, celle-ci vient se placer devant un mentonnet d'arrêt que présente le prolongement de la tringle de manœuvre de l'aiguille.

Chemin de fer du Nord. — *Changements, traversées, etc.* — La Compagnie du Nord exposait à Vincennes :

Un changement ordinaire à deux voies, dont les aiguilles sont en rails de 43 kilogrammes, d'un profil spécial, qui permet au patin de l'aiguille de glisser sur la table horizontale des coussinets tout en conservant l'inclinaison de 1/20.

Une traversée oblique en rails de 45 kilogrammes, avec contre-rails en fer en U, surhaussés, formant une sorte de châssis fixé par des tirefonds aux traverses de l'appareil et les reliant ainsi.

COMITÉ FRANÇAIS ... ÉTRANGER ... BIBLIOTHÈQUE

Une traversée-jonction double de 0,13 en rails de 45 kilogrammes, comportant deux aiguilles droites et deux aiguilles courbes. Ces dernières permettent d'obtenir un rayon supérieur à 200 mètres nécessaire pour le passage des machines à grand empatement. Pour faciliter ce passage, l'écartement des rails de la voie courbe s'élargit progressivement de 1 m. 450 à 1 m. 465. Dans cet appareil, les contre-rails surhaussés sont également formés de fers en U.

Tringle élastique de manœuvre d'aiguille. — Lorsque des aiguilles, dont le levier est à contrepoids rivé, sont fréquemment prises en talon, comme cela a lieu pour les aiguillages de dédoublement des voies uniques dans les stations, la Compagnie du Nord a trouvé utile, pour éviter la détérioration de la tige et du levier de commande de l'aiguille par les mouvements brusques du contrepoids, d'intercaler sur la tige de commande une boîte cylindrique en fer contenant un ressort en spirale ayant une bande de pose de 200 kilogrammes environ.

Quand l'aiguille est chassée par le boudin d'une roue, sa tige de commande comprime le ressort avant de produire le soulèvement du contrepoids; les chocs sont ainsi amortis.

Appareil de manœuvre de changement de voie sous chaussées pavées. — Lorsque les voies sont établies sur des chaussées pavées, comme cela a lieu notamment sur les quais des ports, il faut manœuvrer les changements de voies par des organes ne présentant aucune saillie sur le sol. La Compagnie du Nord exposait un appareil répondant à cette nécessité. Les organes de commande sont contenus dans une boîte en fonte, dont le couvercle affleure le sol. Au moyen d'un levier de manœuvre amovible, on produit le déverrouillage, puis le déplacement d'un boisseau en fonte relié à la tringle de commande de l'aiguille par l'intermédiaire d'un ressort à spirale fortement bandé. Ce dispositif, dû à M. Forest, ingénieur principal de la Compagnie du Nord, rend les aiguilles talonnables.

Chemins de fer de l'Ouest. — *Aiguillages, croisements et traversées.* — Les nouveaux appareils de l'Ouest sont entièrement exécutés en rails de 44 kilogrammes rabotés. Les croisements, en acier raboté, reposant sur trois traverses successives, sont abandonnés, et même remplacés progressivement, sur les voies que parcourent des trains rapides, par des croisements en rails rabotés. Les aiguilles ont 5 mètres de longueur. L'écartement entre les rails, qui est de 1 m. 450 en voie courante, est réduit à 1 m. 440 au talon des aiguilles, au droit du croisement sur une dizaine de mètres de longueur, et aux traversées. Les contre-rails ont généralement 3 m. 300 de longueur; ceux des traversées sont surélevés.

Manœuvre électrique des aiguilles et des signaux. — Les appareils de manœuvre électrique des aiguilles, des signaux et des porte-pétards, exposés par l'Ouest, ont été étudiés par cette Compagnie en vue de leur application aux sections de lignes, partant de la gare des Invalides, sur lesquelles la traction doit se faire par des moteurs électriques.

L'appareil à manœuvrer, le mât du signal par exemple, est relié aux noyaux mobiles

de deux puissants électro-aimants. Le courant, en passant dans la bobine de l'un de ceux-ci, ferme le signal et l'ouvre en passant dans l'autre électro-aimant. Le courant est produit par une batterie d'accumulateurs sous la tension de 160 volts.

Pour la manœuvre d'un changement à deux voies, avec calage des aiguilles, il faut que le noyau de l'électro-aimant, ayant une course de 140 millimètres, subisse un effort d'attraction de 300 kilogrammes.

Chemins de fer de P.-L.-M. — *Changements de voie.* — Les derniers types de changements et croisements du P.-L.-M. sont faits avec des rails Vignole de 48 kilogrammes.

Les aiguilles des changements simples ont 5 m. 600 de longueur.

Appareil de manœuvre des aiguilles. — Dans l'aiguillage avec appareil de calage du système de M. Marcelet, ingénieur de la voie au P.-L.-M., l'aiguille est reliée à un secteur à came, lequel est actionné par un secteur à coulisse, rattaché à la transmission venant du levier. Cette disposition assure le calage de l'aiguille dans ses deux positions extrêmes par l'arc-boutement des pièces. Dans certains cas, l'appareil est muni d'une pédale placée contre le rail et à l'extérieur. Cette pédale est reliée par un balancier à la transmission et reçoit un mouvement de translation, avec soulèvement par des plans inclinés, pendant la première période de déplacement de l'aiguille. Une prise en talon intempestive brise un boulon en fonte, sans fausser aucun autre organe.

Les aiguilles de bifurcation, prises en pointe par des trains marchant à une vitesse pouvant atteindre 70 kilomètres, sont verrouillées. Un premier levier actionne l'aiguille et un second le verrou qui pénètre dans l'un ou l'autre de deux trous percés dans la barre de manœuvre de l'aiguille. Une pédale à plans inclinés est reliée à ce verrou et l'immobilise pendant le passage des machines et véhicules.

Contrôle du fonctionnement des aiguilles. — Le contrôleur d'aiguille, système Chaperon, qui figurait déjà à l'Exposition de 1889 et dont 604 exemplaires fonctionnent sur le réseau du P.-L.-M., a pour but d'indiquer par le tintement d'une sonnerie électrique si les lames de l'aiguille ne sont pas bien appliquées contre les rails et si elles s'en écartent de plus d'une quantité donnée. Il peut également servir à indiquer la direction donnée par l'aiguillage.

Il consiste en un commutateur oscillant, à contacts à lames d'argent, maintenu dans une de ses positions extrêmes par un contrepoids, et amené dans l'autre position par une tige contre laquelle bute l'extrémité de la lame d'aiguille arrivant au contact du rail. Selon les applications, le circuit est fermé dans l'une ou l'autre des deux positions ou pendant l'entrebaillement d'un aiguillage.

Les contrôleurs d'aiguille sont surtout utilisés sur voie unique pour contrôler, depuis la gare, la position des aiguilles de dédoublement de la voie principale.

Ce contrôleur est parfois utilisé pour actionner un répétiteur d'aiguille, système Chaperon, installé dans le bureau du chef de service ou dans un poste d'une gare. Chaque aiguille est alors munie d'un contrôleur à quatre contacts. En se déplaçant, l'une des aiguilles met à la terre le pôle positif d'une pile, et l'autre aiguille le pôle négatif.

L'inversion de courant dans les bobines du répétiteur fait osciller une armature à laquelle est relié un voyant.

Chemins de fer de Paris-Orléans. — *Aiguillages.* — Les aiguillages du P.-O. sont constitués en rails de 42 kilogr. 5, et avec des coussinets spéciaux à large empatement.

Appareil pour la manœuvre et le verrouillage d'aiguilles talonnables par transmission à double fil. — Cet appareil, employé lorsque les aiguilles sont dispersées ou éloignées, consiste en :

1° Un levier de commande, à double contrepoids et à course libre. L'un des contrepoids agit sur l'un des fils dans la position normale, et l'autre contrepoids sur l'autre fil dans la position renversée.

Si le mouvement de l'aiguille est entravé, le levier revient en arrière dès qu'il est abandonné, et les enclenchements ne sont pas dégagés lorsque le levier est relié à une table Stevens.

2° Une poulie horizontale à coulisse. Dans celle-ci s'engage un galet relié à la tringle commandant l'aiguille.

Lorsqu'un véhicule aborde l'aiguille par le talon, il abaisse une pédale, ce qui produit le désengagement du galet.

3° Un verrouillage obtenu par un disque horizontal, monté sur le même axe que la poulie de manœuvre.

Ce disque porte une rainure qui engage ou libère une tringle à cran solidaire de l'aiguille. Ce verrou est pourvu du même système de talonnage que la poulie de manœuvre de l'aiguille.

4° Lorsque cela est nécessaire, deux aiguilles peuvent être manœuvrées simultanément par un même levier de commande; celui-ci agit alors sur deux poulies sur lesquelles viennent s'enrouler les fils commandant les deux aiguilles.

Société anonyme des usines de Mazières. — *Changement pour voie à double écartement.* La Société anonyme des usines de Mazières exposait un modèle, à l'échelle de 1/10, d'un branchement de voie à quatre files de rails avec déviation à droite de la voie normale et de la voie de 1 mètre. Ce modèle est la reproduction de l'appareil livré à la Compagnie des Chemins de fer départementaux pour la gare de Bourbon-Lancy-Ville, de la ligne de Toulon-sur-Arroux à Bourbon-Lancy-P.-L.-M.

Les rails de la voie étroite et de la voie normale sont du type Vignole des Départementaux, ils pèsent 25 kilogrammes au mètre courant, et ont 110 millimètres de hauteur. Les grandes aiguilles des changements, les petites aiguilles des traversées, sont d'un type spécial incliné au 1/18 et renforcé; elles sont du profil Vignole et pèsent 23 kilogr. 6 au mètre courant. Le rayon de la déviation est de 250 mètres, la longueur totale de l'appareil est de 23 m. 246, l'angle de la déviation est de 6° 16′ 38″.

Les coussinets de glissement sont remplacés par des platines rabotées et rivées sur des tôles de contreventement. Les rails coudés sont maintenus extérieurement par des

supports en acier moulé; ces supports, en forme d'équerre, ont verticalement le profil des éclisses, ils sont boulonnés sur le rail et tirefonnés sur les traverses.

MM. Richard et fils aîné, à Paris. — *Appareil contrôleur des pointes d'aiguille.* — Vers la pointe de l'aiguille, le rail fixe est traversé par une broche faisant saillie au moyen d'un ressort. Si l'aiguille est entrebaillée, le ressort pousse la broche qui vient toucher un contact mettant en action une sonnerie électrique. Lorsque l'aiguille est convenablement collée, la broche est repoussée et le courant est coupé.

3° Signaux. Appareils de manœuvre et de contrôle.

Chemins de fer de l'État. — *Sémaphore de 8 mètres de hauteur, manœuvré à distance par fil simple.* — Le réseau de l'État employant un système de block dans lequel les appareils électriques d'enclenchement sont placés au levier même de manœuvre des sémaphores, ces signaux peuvent être commandés de la même façon que les disques et carrés. Le bras sémaphorique est fixé contre une poulie sur laquelle s'enroule un bout de chaîne relié au fil de transmission. La poulie a deux butées qui limitent sa course et fixent les positions du bras. Celui-ci porte deux verres séparés, l'un rouge, l'autre vert, qui sont éclairés la nuit soit par deux lanternes distinctes, soit par une seule lanterne qui éclaire l'un des verres directement et l'autre par l'intermédiaire d'une lentille et d'un prisme à réflexion totale. Les ingénieurs de l'État ont voulu éviter l'emploi de réflecteurs à miroir.

Sémaphore automatique pour l'espacement des trains (système Sarroste). — Ce sémaphore, récemment mis en essai, est disposé de telle façon que, lorsqu'un train passe sur la pédale électrique à laquelle il est relié, un déclenchement met en mouvement un moteur spécial fixé au bâti du signal, ce qui met aussitôt à l'arrêt le bras sémaphorique.

Après un délai réglable à volonté, un appareil compteur du temps remet automatiquement le bras à voie libre.

Le moteur est relié à l'aile par une tringle rigide correspondant à deux engrenages d'angle; son mouvement est produit par l'action d'un poids dont la hauteur de chute correspond au nombre de trains pouvant passer sur la section dans une période de vingt-quatre heures. Dans le modèle exposé, cette hauteur de chute était d'environ 0 m. 75, correspondant au passage de 50 trains, sans que le poids ait besoin d'être remonté.

L'appareil compteur du temps est muni d'un ressort semblable à celui des pendules, dont le remontage se fait automatiquement à chaque manœuvre du bras sémaphorique. Le remontage général de l'appareil peut n'être fait qu'une seule fois par vingt-quatre heures, au moment de l'allumage des lanternes du signal.

Pédale électrique (système Guillaume). — Cette pédale, très analogue au type de la Compagnie de l'Est, est employée sur le réseau de l'État pour les installations élec-

triques d'enclenchement ou de block chaque fois qu'il y a lieu de réaliser la fermeture automatique d'un circuit électrique au passage d'un train ou d'un véhicule quelconque.

Elle est formée d'une série de petites lames d'acier de 2 millimètres environ d'épaisseur, placées côte à côte, et prises entre deux barres de fer. Cette sorte de peigne est portée par une mâchoire qui embrasse le dessous du rail.

La pose de cet appareil se fait très facilement et sans aucune modification au matériel de voie.

Au passage du premier véhicule qui se présente, le bandage de la roue met en contact le rail avec les lames de la pédale et ferme le circuit électrique venant de la pile pendant un temps plus ou moins long suivant la longueur donnée au peigne.

Pédale électrique pour lignes à voie unique (système Sarroste et Chaudeur). — Cette pédale est destinée à actionner, au passage des trains, les divers appareils électriques employés sur les lignes à voie unique. Elle est combinée de façon à donner des indications distinctes pour les trains pairs et pour les trains impairs.

A cet effet la pédale est double, c'est-à-dire formée de deux parties distinctes placées en prolongement l'une de l'autre, chacune ayant une longueur minimum de 4 m. 50, de façon qu'une ou plusieurs roues des véhicules entrant dans la composition d'un train soient toujours en prise avec l'une ou l'autre des pédales et maintiennent ainsi un contact permanent pendant toute la durée du passage d'un train.

Un commutateur est relié aux pédales et actionné par chacune d'elles dans des conditions spéciales suivant le sens de la marche du train. Dès qu'une pédale est attaquée par la première roue d'un véhicule, le commutateur est mis en action et réunit deux ressorts frotteurs qui établissent le contact électrique et ferment le circuit d'une pile dans l'appareil de sécurité que l'on veut mettre en marche.

Dans le modèle exposé, le courant actionnait un relais polarisé, fonctionnant par inversion de courant et manœuvrant deux signaux carrés.

Treuil de manœuvre des signaux avancés des haltes et stations gérées par des femmes. — Cet appareil est appliqué dans les haltes et les petites stations gérées par des femmes où la manœuvre des signaux avancés serait trop pénible avec le système de levier habituellement employé. Ce treuil consiste en une vis sans fin, engrenant avec une roue héliçoïdale faisant corps avec la poulie sur laquelle s'enroule un bout de chaîne sans soudure attachée au fil de transmission actionnant le signal.

Ce treuil ne diffère de celui des barrières que par l'addition d'un système de butées destiné à limiter la course du point d'attache de la transmission.

L'effort à exercer sur la manivelle du treuil est très modéré, même lorsque la longueur de la transmission entraîne l'emploi d'un compensateur Dujour pour la dilatation du fil.

Indicateur optique et acoustique de la position des signaux (système Sarroste). — Cet appareil est établi sur le même principe que l'indicateur de la position des aiguilles de M. Sarroste.

Il se compose essentiellement :

1° D'un commutateur, inverseur et rotatif, monté sur l'arbre du signal;

2° D'un appareil de contrôle formé d'un relais polarisé à voyants et à sonnerie, placé à proximité du levier de manœuvre;

3° D'une pile de 4 à 6 éléments Leclanché, placée dans un abri au pied du signal.

Le commutateur inverseur étant monté sur l'axe vertical du signal est solidaire du mouvement de ce signal. Des ressorts frottant sur ce commutateur sont fixés au bâti et disposés de telle manière que, lorsque le signal est à voie libre ou à voie fermée, aucun contact n'est réalisé et la sonnerie de la gare reste muette. Dès que le signal est manœuvré, les contacts s'établissent et un courant envoyé dans la ligne fait tinter la sonnerie de la gare. Au milieu de la manœuvre, une disposition spéciale du commutateur change l'ordre des contacts et produit une inversion de courant qui a pour effet de déplacer le voyant de l'indicateur de la gare. Toutefois la sonnerie continue à retentir jusqu'à la fin de la révolution du signal. A ce moment les ressorts échappent des touches du commutateur et le courant étant interrompu la sonnerie s'arrête.

On a ainsi la certitude que le signal a bien opéré toute sa révolution en même temps que l'on a aux guichets de l'appareil de contrôle une indication permanente de la position dans laquelle se trouve le signal.

Relais pour cloches électriques actionnées à grande distance (système Sarroste). — Le réseau de l'État emploie, pour actionner les cloches électriques des lignes à voie unique, un courant d'induction produit par les inducteurs placés soit dans les gares, soit près de chaque cloche située en pleine voie.

Ce courant d'induction circule normalement entre deux gares consécutives et actionne toutes les cloches qui se trouvent sur ce parcours. Mais, la nuit, alors qu'un certain nombre de stations cessent leur service, les appareils électriques de ces stations sont mis sur communication directe et le courant aurait à franchir de longues distances et à actionner un grand nombre de cloches. Afin de maintenir au courant électrique une intensité suffisante pour agir sûrement sur chacune des cloches d'un parcours étendu, on a établi, dans chaque station appelée à se mettre, la nuit, en communication directe avec ses voisines, un relais spécial rattaché à une pile Leclanché dont il emprunte l'énergie électrique pour l'envoyer dans la section de ligne en avant, en remplacement du courant lancé par l'inducteur actionné.

Enregistreurs des signaux émis par les grosses sonneries à cloche (système Grégoire). — Ces enregistreurs sont construits pour correspondre au type de sonneries du réseau de l'État, dans lesquelles un coup de cloche est obtenu par l'émission d'un courant temporaire produit par un appareil d'induction.

Les enregistreurs Grégoire sont de deux types, suivant qu'ils s'adressent aux agents des gares ou aux gardes-barrières.

Dans l'appareil destiné aux gares, une pointe, commandée par l'armature d'un électro-aimant, trace, à chaque émission de courant, un trait sur une bande de papier qui ne se déroule que pendant le passage du courant. Le nombre des coups et leur

espacement s'inscrivent ainsi sur la bande. Afin qu'un seul appareil serve pour les deux sens de marche, l'électro-aimant agit en réalité sur deux armatures dont chacune correspond à un des deux sens de la marche.

L'enregistreur monté sur les cloches dépendant de gardes-barrières consiste en une aiguille avançant, à chaque coup de cloche, d'une division du cadran devant lequel elle se meut. Cette aiguille est montée sur un axe spécial rattaché par des engrenages à l'arbre du cylindre moteur des cloches. Les gardes-barrières doivent ramener l'aiguille au zéro après chaque réception de signal.

Appareil électrique auto-enregistreur (système Sarroste) *pour correspondances entre les passages à niveau et les gares.* — Cet appareil permet de conserver trace des signaux échangés entre les agents des passages à niveau et des gares avec inscription de l'heure de leur émission.

L'enregistreur se compose d'un cylindre mû par un mouvement d'horlogerie et faisant une révolution complète toutes les six heures. Il porte une bande de papier portant des traits, dont l'intervalle correspond à cinq minutes, ce qui permet d'apprécier le temps à une minute près.

Un style est relié à la palette d'un électro-aimant et celle-ci est attirée par l'un ou l'autre pôle, selon le sens du courant envoyé. Le style trace sur la bande de papier un trait hélicoïdal. Quand le garde demande à la gare s'il peut ouvrir la barrière, il envoie un courant qui, dans l'appareil de la gare, fait tracer au style, au-dessus du trait hélicoïdal, un petit trait perpendiculaire, en même temps qu'une sonnerie retentit et qu'un voyant «Puis-je ouvrir» apparaît. Quand le garde annonce qu'il ferme la barrière, un trait perpendiculaire se trace au-dessous du trait hélicoïdal.

L'enregistreur monté dans la maison du garde-barrière inscrit de même les signaux émis par la gare.

Chemins de fer de l'Est. — *Disque.* — Les disques de l'Est sont amenés à la position d'arrêt par un contrepoids. Ils sont toujours munis d'un commutateur électrique, relié mécaniquement à l'arbre du disque, qui actionne une sonnerie de contrôle au poste de manœuvre lorsque le disque est à l'arrêt. La commande d'un disque dépendant de plusieurs postes s'opère par l'intermédiaire d'un appareil dit de raccordement, composé de leviers à contrepoids commandés chacun par l'un des postes. Il faut que tous ces leviers soient simultanément relevés pour que le disque puisse s'ouvrir sous l'action du contrepoids de rappel auquel il est directement relié.

Lorsqu'un disque est exposé à l'action de vents violents, son arbre est relié par une bielle à une poulie horizontale à double gorge formant plateau-manivelle d'un appareil de calage. Sur l'une des gorges s'enroule la chaîne de commande et sur l'autre la chaîne du contrepoids. Dans les deux positions de fermeture et d'ouverture, la bielle, se trouvant dans le prolongement de la manivelle de la poulie, crée un point mort et cale le disque.

Compensateur pour transmission de signaux à un fil. — Le compensateur de l'Est, inter-

calé dans la transmission à un fil commandant les signaux, dérive du système Robert. Il permet au signal de se mettre à l'arrêt sous l'action de son contrepoids en cas de rupture du fil de transmission.

Signal de direction d'aiguilles en pointe. — Le signal de direction d'aiguilles en pointe de l'Est consiste en un mât portant autant de bras qu'il y a de directions; le bras supérieur correspond à la voie la plus à gauche.

Chaque bras est peint en violet et est recouvert de glaces qui reçoivent et réfléchissent le feu d'une lanterne placée en avant.

Les bras et les verres de couleur des lanternes sont reliés aux aiguilles de telle sorte que le bras correspondant à la direction ouverte est incliné à 45 degrés et, la nuit, donne un feu blanc si la voie est droite, et un feu vert si elle est déviée.

Les bras correspondant aux autres directions sont horizontaux et, la nuit, sont colorés en violet. Ces indications sont d'ailleurs conformes au Code des signaux réglementaire en France.

Répétiteurs de signaux. — L'Est exposait un type de commutateur, relié aux tringles de commande des ailes des sémaphores, et ayant pour but de faire reproduire, à distance, les indications de ces ailes au moyen de répétiteurs électriques.

Accrochage des lanternes. — Afin d'amener et de maintenir les lanternes de signaux dans la position convenable malgré l'allongement des chaînes qui les portent, l'Est fait usage, depuis 1883, du pince-maillon exposé.

Cette pièce est boulonnée au mât de signal; quand la lanterne a été hissée complètement, la chaîne est introduite dans le pince-maillon par le maillon qui se présente devant l'ouverture de la pièce.

Contacts (ou *pédales*) *électriques.* — Le contact électrique exposé par l'Est est employé sur ce réseau depuis 1887. Il consiste en lames d'acier, de 0 millim. 5 d'épaisseur, découpées en dents, relevées à angle droit à leur extrémité libre et formant un peigne isolé de 500 millimètres de longueur. Ces lames étant reliées à un fil de ligne, à chaque passage d'une roue le circuit d'une pile est mis à la terre par l'intermédiaire des rails. Ces contacts servent de transmetteurs pour l'annonce des trains.

Porte-pétards pour sémaphore. — Le porte-pétards de l'Est, pour poste sémaphorique, a pour objet de doubler, en cas de brouillard, les grandes ailes des sémaphores par des pétards. Ceux-ci sont portés par une poulie horizontale, montée près du rail extérieur de la voie. Cette poulie reçoit un mouvement oscillant par une transmission à double fil, actionnée par une poulie à manette établie près du poste. Des repères indiquent à l'agent si les pétards sont, ou non, placés sur le rail.

Chemins de fer du Midi. — *Appareil de manœuvre des signaux système Lecan.* — Cet appareil de manœuvre permet, avec un seul levier, de commander d'un même poste plusieurs signaux dont les transmissions ne sont pas munies de compensateurs lorsqu'un seul de ces signaux doit être ouvert, les autres restant fermés.

Les différents signaux sont normalement fermés sous l'action de leurs contrepoids

IMPRIMERIE NATIONALE.

et leurs transmissions sont terminées près du levier de manœuvre par une boucle. On engage dans la boucle du signal à ouvrir l'unique crochet d'une chaîne attachée au levier. Cet appareil était déjà exposé en 1889.

Chemin de fer du Nord. — *Appareil avertisseur à crocodile du passage des trains aux disques.* — Cet appareil est une modification du contact fixe, exposé, en 1878 et en 1889, auquel les agents ont donné, en raison de sa forme, le nom de «crocodile», qui permet, en lançant un courant dans un électro-aimant Hugues, porté par les locomotives, d'actionner le sifflet de celles-ci lors du passage devant un signal fermé. Nous rappellerons que cette disposition de sifflet électro-moteur, ainsi actionné par un contact fixe, a été imaginée, vers 1873 par MM. Lartigue, Forest et Digney.

Le contact fixe se compose d'une feuille de laiton isolée par des rondelles de porcelaine de la pièce de bois qui la porte. Ce contact est placé entre les deux files de rails, un peu en avant du disque; sa surface supérieure est en dessous des parties les plus basses des locomotives, mais est frottée par les extrémités inférieures des fils des brosses métalliques portées par les machines. La feuille de laiton est reliée par un fil au pôle convenable d'une pile locale par l'intermédiaire du commutateur qui actionne la sonnerie de contact du disque. L'électro-aimant Hugues est relié d'une part à la brosse par un fil isolé, d'autre part à la terre par les pièces métalliques de la locomotive. Lorsque le disque est à l'arrêt, un circuit se trouve ainsi fermé lors du passage d'une locomotive à brosse sur le crocodile; l'aimantation de l'électro Hugues est en partie détruite et son armature, en s'écartant, produit le déclenchement du sifflet.

Le crocodile, exposé en 1900, a pour but de fermer le courant, fourni par une pile spéciale, qui actionne une sonnerie placée près du poste qu'il convient d'avertir du passage d'un train au disque. Les liaisons avec la pile sont établies de telle façon que le courant est de sens contraire du courant employé pour actionner les sifflets électro-moteurs. Il renforce donc l'aimantation des électros Hugues.

Selon les besoins, la Compagnie du Nord pose près des disques, soit le crocodile actionnant les sifflets, soit le crocodile avertisseur, soit ces deux contacts à la suite l'un de l'autre.

En 1900, 1,700 disques étaient munis du contact pour sifflets et 125 des deux contacts.

Porte-pétards électrique. — Le porte-pétards électrique, exposé par le Nord, a pour but de permettre de doubler un signal d'arrêt par un pétard placé en avant, à telle distance qu'il convient, en s'exonérant d'une liaison mécanique quelconque.

Le pétard est fixé à l'extrémité d'un petit bras horizontal, décrivant un arc de 90 degrés, calé en haut d'un arbre vertical à manivelle; celle-ci est commandée par un noyau en fer doux, mobile dans une bobine à double enroulement. Cette bobine est reliée par trois fils à un commutateur posé dans le poste de manœuvre du signal. Un des trois fils sert de retour, les deux autres forment les circuits affectés respectivement à l'envoi de courants de sens contraires. Selon le courant envoyé, le noyau se meut dans un

sens ou dans l'autre et le bras porte-pétards se développe perpendiculairement au rail, ou se place parallèlement en se masquant dans la boîte contenant la bobine et le mécanisme. L'arbre à manivelle porte un commutateur, à contacts cylindriques, qui coupe le circuit lorsque le porte-pétards a fini de décrire l'arc de 90 degrés. A côté du commutateur du poste est disposé un appareil de contrôle composé de deux électro-aimants, intercalés respectivement dans les deux circuits, commandant deux voyants. L'envoi d'un courant fait apparaître le voyant correspondant et produit le tintement d'une sonnerie à pile locale jusqu'à ce que le porte-pétards ayant achevé son mouvement, le commutateur, qui lui est relié, ait coupé le courant.

Éclairage électrique des signaux. — Le système présenté par le Nord est surtout utile dans les grandes gares, parce qu'il permet d'allumer instantanément et simultanément des signaux nombreux et éloignés.

Il consiste à disposer, au-dessus du voyant du signal, une boîte contenant autant de lampes à incandescence que le signal doit donner de feux de couleurs différentes. Devant chaque lampe est une fenêtre munie du verre de la couleur convenable. Les signaux tournants commandent chacun un commutateur qui produit les changements de feux.

L'installation est complétée par des appareils de contrôle montés dans les postes où se trouvent les interrupteurs de l'envoi du courant dans les lampes. Ces appareils consistent en électro-aimants, intercalés dans chacun des circuits d'éclairage, qui commandent des voyants. Si le courant est coupé, par exemple par la rupture du filament de la lampe, le voyant correspondant tombe et une sonnerie, actionnée par un relais, se fait entendre.

Potence métallique à grande portée pour signaux. — Lorsque la largeur des entrevoies est insuffisante, et lorsque le faible nombre des signaux à installer ne justifie pas l'établissement d'une passerelle, la Compagnie du Nord fait usage d'une potence métallique pouvant être posée dans une entrevoie de 3 m. 620, et dont le bras horizontal, de 8 m. 330 de longueur, permet de franchir deux voies. Ce bras, pourvu d'un plancher pour le passage des agents, peut recevoir les divers types de signaux en usage en France : disque, carré, damier vert et blanc et indicateur de direction.

Chemins de fer de l'Ouest. — L'exposition de l'Ouest, à Vincennes, comprenait les divers signaux employés par cette Compagnie :

Signal d'avertissement à damier vert et blanc;

Signal carré rouge d'arrêt absolu;

Signal indicateur de la direction donnée par les aiguilles prises en pointe;

Signal de limitation de vitesse, portant un chiffre indiquant la vitesse qui ne doit jamais être dépassée;

Signal employé à certaines bifurcations à aiguilles verrouillées, pouvant être franchies en vitesse, pour indiquer si c'est la voie droite qui est ouverte;

Signal avancé avec plaque « Bifur » indiquant au mécanicien qu'il aborde une bifurcation.

Ces signaux sont généralement commandés par des transmissions à fil simple, dont la dilatation est compensée au moyen de l'appareil de tension du système Robert.

Un certain nombre de signaux avancés sont munis de l'appareil de fermeture automatique imaginé par M. Aubine.

Lorsque cela est nécessaire, les signaux sont calés dans les deux positions de fermeture et d'ouverture. A cet effet, un levier à coulisse est calé sur l'arbre vertical du signal. Dans cette coulisse se meut le bouton monté à l'extrémité du grand bras d'un levier d'équerre horizontal dont le petit bras est actionné par le fil de transmission. Dans les deux positions extrêmes du signal la surface de la coulisse est normale à la direction du grand bras, ce qui produit le calage.

Appareil pour l'annonce des trains sur voie unique. — L'appareil de l'Ouest, pour l'annonce des trains sur voie unique, se compose de trois pédales placées à 300 mètres les unes des autres, d'une pile, d'un appareil à quatre électro-aimants avec contacts enclenchés, et d'une sonnerie placée au point où le passage du train doit être signalé.

Par suite de la disposition de l'appareil à électros, la sonnerie ne se produit que pour un seul des deux sens de la circulation des trains.

Quand un train aborde l'appareil dans le sens voulu, le passage sur la première pédale supprime une coupure du circuit de la deuxième pédale. Le passage sur celle-ci, complétant son circuit, déclenche une pièce qui ferme le circuit de la sonnerie dont le tintement se produit. Le passage sur la troisième pédale remet l'appareil dans sa situation normale.

Chemins de fer du P.-L.-M. et du Midi. — *Appareil de déclenchement Aubine,* modifié par M. Bouvier. — Le P.-L.-M. et le Midi exposaient un appareil Aubine, modifié par M. Bouvier, inspecteur du P.-L.-M., de telle façon que, pendant les interruptions de service de la gare, il est possible de caler cet appareil, de manière à le soustraire à l'action des roues des véhicules, par une manœuvre du levier du signal exécutée à distance, puis de le remettre en service à l'aide de ce même levier de manœuvre. Une cale mobile permet de donner audit levier les courses variables permettant d'obtenir ce résultat.

Nous rappellerons que le disque automoteur a été imaginé par M. Aubine en 1863, essayé à cette époque sur la ligne de Paris à Corbeil, et a donné lieu à des applications successives sur le réseau du P.-L.-M. à partir de 1882.

Chemins de fer du P.-L.-M. — *Disque.* — Dans cet appareil nous signalerons l'addition, dans le socle des disques, d'un appareil de calage, système Marcelet, empêchant l'oscillation du voyant du disque sous l'action du vent.

Appareils de contrôle du fonctionnement des signaux. — Le P.-L.-M. contrôle le fonctionnement de ses signaux au moyen de sonneries électriques (à timbre ordinaire pour la voie 1 et à timbre-grelot pour la voie 2) qui ne se font entendre que si le signal est bien à l'arrêt; un commutateur relié à l'arbre du signal ferme à ce moment un circuit électrique. Nous devons rappeler que l'emploi d'une sonnerie électrique pour contrôler

la position des disques est dû à M. Poirré, et a été mis à l'essai sur le chemin de fer de Paris à Lyon en 1854.

Lorsque le signal est normalement à l'arrêt, pour éviter le tintement continuel d'une sonnerie, le P.-L.-M. remplace souvent celle-ci par un répétiteur ou signal miniature dont le voyant est fixé à l'armature d'un électro-aimant. Si le signal est fermé, un courant passe dans l'électro-aimant et fait apparaître le voyant; 2,554 répétiteurs miniatures sont en service sur le P.-L.-M.

L'allumage de la lanterne est contrôlé par un photoscope, sorte de thermomètre métallique placé dans la cheminée de la lanterne, qui produit la coupure du circuit en cas d'extinction.

La liaison électrique se produit au moment où la lanterne est hissée en place au moyen d'un patin à contacts placé au sommet du signal et d'un disjoncteur fixé à la lanterne (système Émile Chaperon). Pour que la sonnerie se produise, il faut que la lanterne soit dans la position voulue, que la lampe soit allumée et que le signal soit bien à l'arrêt.

Le photoscope, imaginé par M. Jousselin, figurait à l'Exposition d'électricité de 1881. 3,315 photoscopes sont appliqués à des lanternes de signaux du P.-L.-M.

Disque à commande électrique (système Rodary). — Dans le disque du P.-L.-M., à commande électrique du système Rodary, l'agent moteur du disque est un poids agissant sur une corde trois fois mouflée. Cette corde tend à faire constamment tourner un arbre sur lequel sont calées 2 roues à cames. Chacune d'elles imprime en tournant un mouvement alternatif et inverse de va-et-vient à deux leviers oscillant autour de l'une de leurs extrémités. Aux autres extrémités sont attachés les bouts d'un câble venant s'enrouler sur une poulie horizontale calée à la base du disque. Une oscillation des leviers fait tourner le disque de 90 degrés, en le mettant par exemple à l'arrêt; l'oscillation suivante, qui est de sens inverse pour chaque levier, ramène le disque à sa position primitive, et, par conséquent, l'ouvre dans le cas supposé. La rotation de l'arbre à cames est permise puis arrêtée par un mécanisme à déclenchement qui est commandé par un électro-aimant et combiné de telle sorte que le passage du courant dans l'électro-aimant produit une rotation des roues à cames telle que le disque est mis à voie libre; la suppression du courant produit un nouveau déclenchement, d'où rotation des roues à cames ramenant le disque à la position d'arrêt. La suppression du courant, et par suite la fermeture du signal, est produite soit par une pédale électrique, soit par un commutateur placé dans le poste. L'appareil de déclenchement est disposé de telle sorte qu'un courant atmosphérique ou un choc violent ne modifient pas la position du signal. Le signal est mis à l'arrêt lorsque le poids moteur arrive à fond de course, ou si son câble se rompt. Dans ce cas il se produit un contact électrique qui actionne une sonnerie au poste de manœuvre. L'agent du poste est ainsi prévenu que le poids doit être remonté ou que le câble doit être remplacé. Un poids de 50 kilogrammes, ayant une course de 3 mètres, permet d'obtenir 200 manœuvres consécutives.

Appareils avertisseurs pour la protection des passages à niveau. — L'appareil avertisseur

automatique du P.-L.-M. a pour but d'avertir de l'approche des trains les gardes des passages à niveau très fréquentés ou placés dans des conditions de visibilité défavorables.

Il consiste en une pédale coupe-circuit, dite «pédale Sourot», placée à l'intérieur de la voie, 1,500 à 1,800 mètres en avant du passage à niveau. Cette pédale se compose d'une lame de ressort, normalement en contact avec un plot en cuivre relié au fil de ligne et dont l'abaissement par le boudin des machines ou des véhicules produit la rupture du courant.

A l'extérieur de la maison de garde se trouve un annonciateur dont le volet, normalement maintenu relevé par un électro-aimant, tombe quand le courant est coupé. Dans sa chute, ce voyant ferme le circuit d'une pile locale, ce qui fait tinter une sonnerie.

Chemins de fer de Paris-Orléans. — *Désengageur réducteur.* — Cet appareil, placé près d'une aiguille, et relié avec elle, permet de manœuvrer deux signaux par deux postes, et avec un seul levier dans chaque poste, lorsque chaque signal doit s'ouvrir isolément suivant la position de l'aiguille.

La partie principale du désengageur réducteur consiste en un arbre à poulies. Ces poulies sont reliées aux deux leviers par des doubles fils et à chaque signal par un fil unique. En cas de rupture de celui-ci, un contrepoids produit la fermeture du signal correspondant.

Porte-pétards actionné dans un seul sens de marche. — Le porte-pétards, imaginé par MM. Rabier et Leroy, est disposé de telle sorte que c'est le train lui-même ou tout véhicule isolé qui amène le pétard sur le rail, lorsqu'il force le signal à l'arrêt, et cela seulement pour un seul sens de marche du train ou du véhicule. Ce porte-pétards est donc tout à fait approprié aux services de voie unique.

M. E. Lacroix. — *Pétards colorants* du système Rixens-Lacroix. — Ces pétards produisent, outre leur explosion, une marque de couleur apparente sur le rail et sur le bandage de la roue qui les a écrasés.

Cette marque est, d'après l'inventeur, assez persistante pour permetre de déterminer quelle est la roue qui a causé l'explosion et, par conséquent, si le signal a été fermé avant ou pendant le passage du train.

MM. Richard et fils aîné, à Paris. — *Pédale avertissant du passage des trains.* — Cet appareil comprend un levier placé contre le rail et muni d'un secteur isolé portant un plot de contact. Lorsque le levier, normalement maintenu relevé par l'action d'un ressort, est abaissé par le passage des roues du train, un plot est amené en contact avec deux lamelles flexibles.

Le circuit de ligne ainsi fermé met en action une sonnerie ou des appareils avertisseurs à voyant.

4° Verrouillages et enclenchements des appareils de voie et des signaux.

Serrure Bouré[1]. — Le système de serrure imaginé par M. Bouré, inspecteur principal de l'Exploitation du Paris-Lyon-Méditerranée, dont la première application a été faite par cette Compagnie en 1895, se prête à des combinaisons très variées et donne des solutions économiques des problèmes d'enclenchement.

Cette serrure comprend deux parties : l'une, dite *armature,* est rivée au levier, au taquet ou à toute pièce à immobiliser dans l'une de ses positions; l'autre, l'*agrafe* à crochets, avec laquelle fait corps un mécanisme de serrure à deux pênes, est reliée à une chaîne de longueur bien déterminée, attachée elle-même à un point fixe.

L'armature est munie d'une clef qui ne peut pas en être dégagée. Lorsque les crochets de l'agrafe sont bien engagés dans l'armature, la clef de celle-ci peut alors seulement pénétrer dans la serrure et en manœuvrer un des deux pênes. Le second pêne est actionné par une clef mobile qui s'introduit dans la serrure.

Les deux pênes sont disposés de telle sorte que, quand une des clefs est retirée de la serrure, l'autre s'y trouve nécessairement emprisonnée. La clef mobile d'une serrure Bouré ne peut donc en être retirée que lorsque celle-ci a bien été fermée, l'appareil auquel elle est attachée ayant été préalablement disposé dans une position déterminée.

La clef mobile ainsi retirée peut servir soit directement, en permettant d'aller déverrouiller et amener dans une position inverse le ou les appareils conjugués avec le premier, soit indirectement en étant introduite dans une des entrées d'une serrure centrale installée en un point convenable de la gare. Une serrure centrale contient généralement autant de pênes qu'il y a de clefs; ces pênes, ordinairement disposés dans deux directions perpendiculaires, se commandent à la façon des barres d'un appareil d'enclenchement, de telle sorte qu'il n'est possible de retirer une clef de la serrure centrale que si les clefs de tous les appareils qu'il importe d'enclencher pour assurer la sécurité de la manœuvre à produire se trouvent bien dans la serrure centrale et y sont immobilisées.

Selon les combinaisons à obtenir, il peut y avoir dans la serrure centrale autant de clefs que d'appareils enclenchés, ou plusieurs appareils peuvent être libérés par la même clef, ou au contraire le même appareil peut avoir une serrure exigeant plusieurs clefs mobiles pour son ouverture.

La création de la serrure centrale constitue le plus important des perfectionnements apportés par M. Bouré au mode d'enclenchement par serrures.

[1] Pour les détails de la construction et des applications de la serrure Bouré, nous ne saurions mieux faire que de renvoyer le lecteur à la note fort complète publiée par M. Janet, ingénieur en chef des mines, dans la livraison de mars 1899 des *Annales des Mines,* et au mémoire de M. A. Moutier, ingénieur de la Compagnie du Nord, décrivant les applications de cette serrure sur le réseau du Nord, mémoire publié dans le numéro de juin 1899 de la *Revue générale des Chemins de fer.*

Chemins de fer de l'État, du Midi, de Paris-Orléans et de l'Est. — L'État, le Midi, le Paris-Orléans et l'Est ont fait un certain nombre d'applications diverses des serrures Bouré.

Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée. — Le Paris-Lyon-Méditerranée qui, comme nous l'avons dit, a été le premier à appliquer ce système économique d'enclenchement, l'a développé principalement dans les petites gares se trouvant sur des lignes fréquentées.

Au commencement de 1899, le Paris-Lyon-Méditerranée avait fait 183 applications à des gares, embranchements particuliers et passages à niveaux, comprenant 1,826 serrures à une clef et 57 serrures à clefs multiples.

Chemin de fer du Nord. — Le Nord est, de tous les grands réseaux français, celui qui montrait à l'Exposition les applications les plus nombreuses et les plus diverses de la serrure Bouré. Après essai dans quelques petites gares, le Nord n'hésita pas à adopter en 1897 ce système d'enclenchement pour la gare de Chantilly spéciale au service des courses, dont l'utilisation très intermittente ne justifiait pas l'établissement d'appareils Saxby. Pour l'exploitation de cette gare, le Nord combina une serrure centrale comportant 39 clefs, qui a donné toute satisfaction.

Les applications, présentées par le Nord à l'Exposition de 1900, sont faites :

1° Aux aiguilles isolées, fréquemment manœuvrées, mais situées à proximité des leviers de manœuvre des disques;

2° Aux aiguilles éloignées du bâtiment principal de la gare, peu fréquemment manœuvrées, et pour lesquelles l'installation à côté d'elles de seconds leviers de disques serait hors de proportion avec le but à atteindre, ou bien irréalisable;

3° Dans tous les cas où il convient de réaliser économiquement, entre les clefs des appareils de voie et de signaux, des enclenchements conditionnels pouvant être obtenus par une serrure centrale, lorsque le peu de fréquence des manœuvres ne justifie pas la dépense notable de l'installation de postes de concentration;

4° Aux stations des lignes à voie unique, de telle façon que les signaux ne puissent pas être ouverts avant que les appareils de voie soient convenablement disposés et de plus que les aiguilles prises en pointe soient maintenues bien en contact avec le rail contre-aiguille au moyen d'une clavette dont la mise en place est contrôlée par une serrure Bouré. Les enclenchements ainsi réalisés dans les stations des lignes à voie unique permettent d'organiser en toute sécurité le service le plus commode.

Les combinaisons d'enclenchements produites dans la serrure centrale permettent aux aiguilles de dédoublement de la voie unique :

1° D'être dirigées toutes deux de manière à donner la voie opposée au bâtiment de la gare pour le passage d'un express et d'être immobilisées dans cette position par une clavette à serrure, la fermeture de celle-ci entraînant l'ouverture du disque de ralentissement, si cette voie donnée n'est pas en déviation;

2° D'être dirigées toutes deux pour recevoir sur la voie contiguë au bâtiment principal des trains à voyageurs des deux sens de marche;

3° D'être disposées en vue du croisement de deux trains; dans ce cas, les aiguilles sont rendues talonnables : les clavettes étant retirées, le levier de chaque aiguille est muni d'une cheville cadenassée, maintenant le contrepoids;

4° De recevoir la direction de gauche ou de droite, suivant le sens et la nature des trains croiseurs.

Un modèle, exposé au Champ-de-Mars, montrait les enclenchements multiples et variés qu'une serrure centrale permet d'obtenir dans une gare de voie unique et, notamment, en outre des enclenchements des signaux et des aiguilles, ceux des plaques tournantes, des taquets d'arrêt et des sémaphores. (Nous reviendrons sur ces derniers enclenchements en décrivant le système de *block* du Nord pour les lignes à voie unique.)

Transmission à distance des clefs des serrures Bouré. — Afin d'éviter aux agents la fatigue des parcours pour le transport des clefs, lorsque des serrures sont éloignées ou fréquemment manœuvrées, les ingénieurs du Nord ont imaginé une sorte de transport virtuel des clefs obtenu de la façon suivante :

Deux clefs identiques sont susceptibles d'être introduites chacune dans un appareil spécial installé à chaque extrémité du parcours. L'introduction et la manœuvre de la clef dans un des appareils libèrent la clef identique de l'autre appareil.

Ce transport est fait soit électriquement, soit mécaniquement.

Dans le premier système, les deux serrures identiques sont combinées avec les manivelles de deux boîtes de manœuvre de sémaphores Lartigue. La boîte installée au poste central de la gare est normalement déclenchée et sa manivelle maintenue dans la position correspondante par une serrure Bouré. Celle-ci étant ouverte par une clef C (que l'on a pu retirer de la serrure centrale, la combinaison nécessaire des enclenchements y étant réalisée), la manœuvre de la manivelle de la boîte Lartigue produit le déclenchement de la boîte Lartigue correspondante, c'est-à-dire installée dans le poste à distance. La manivelle de cette dernière boîte, pouvant effectuer sa rotation, met en regard les deux parties de sa serrure, ce qui permet de la fermer et d'en extraire une clef C identique à la première.

Le transport mécanique consiste en leviers, placés l'un dans le poste de la gare, l'autre dans le poste à distance, dont a concordance absolue des mouvements est assurée par une transmission funiculaire à deux fils. Ces leviers sont pourvus de serrures et leurs positions sont combinées de telle sorte que l'ouverture de la serrure de l'un d'eux est nécessaire pour permettre la fermeture de la serrure de l'autre levier et, par suite, la libération de la clef mobile.

Au commencement de l'année 1899, la Compagnie du Nord avait appliqué 3,602 serrures à une seule clef et 366 serrures à clefs multiples. Le nombre des clefs enclenchées entre elles par des serrures centrales s'élevait à 2,342.

Chemins de fer de l'État. — *Verrou électrique pour l'enclenchement à distance d'un*

levier isolé manœuvrant un signal ou un appareil quelconque. — Ce verrou comprend essentiellement : un électro-aimant, dont la palette constitue le verrou; et un secteur à butées, monté sur un arbre relié par une manivelle et une bielle au levier à enclencher.

Tant qu'un courant de déclenchement n'est pas envoyé par le poste dans l'électro-aimant, la palette de celui-ci vient se présenter contre l'une des butées du secteur le levier étant dans une de ses deux positions extrêmes droite ou renversée. Dès que le courant de déclenchement passe, la palette est attirée et laisse libre passage à la butée du secteur. Un bouton poussoir et une sonnerie actionnée par le courant de déclenchement permettent à l'agent qui veut manœuvrer le levier de savoir si celui-ci est déverrouillé.

L'axe du secteur porte un commutateur rotatif à touches multiples permettant d'agir sur d'autres enclenchements par le renversement du levier.

Coupe-circuit automatique pour enclenchement de signaux de bifurcation (système Sarroste). — Cet appareil a pour but d'augmenter la sécurité au passage des bifurcations en complétant le système des enclenchements électriques des leviers des signaux carrés par l'addition d'appareils dénommés *coupe-circuit automatiques.*

A cet effet, des pédales sont établies au droit des signaux avancés et carrés de chaque branche. Lorsqu'un train passe sur la pédale d'un signal avancé, un courant est lancé dans l'appareil coupe-circuit, fait apparaître un voyant rouge et coupe les circuits d'enclenchement des leviers des autres branches. L'aiguilleur ne peut plus alors ouvrir les signaux des branches concourantes, alors même qu'il aurait refermé le signal carré qui avait été ouvert pour donner accès au premier train attendu. La liberté de manœuvre ne lui est rendue que lorsque le train franchit la pédale placée au droit du signal carré, ce qui a pour effet de rétablir dans le coupe-circuit la communication avec les leviers, et de produire l'apparition d'un voyant blanc dans l'appareil.

En résumé, un signal avancé d'une branche ne peut être ouvert que si : 1° le signal carré de la même branche a été préalablement ouvert (les deux leviers de ces signaux étant enclenchés mécaniquement); 2° les signaux avancés et carrés des autres branches ont été maintenus à l'arrêt; et 3° aucun train n'est engagé entre le signal avancé et le signal carré des voies convergentes.

Interrupteur de courant avec rétablissement automatique pour enclenchement de signaux de bifurcation (système Sarroste). — Cet appareil est destiné à supprimer un inconvénient que présente le coupe-circuit automatique Sarroste lorsqu'il est appliqué à une branche à voie unique d'une bifurcation. Dans ce cas, en effet, la pédale placée au droit du signal avancé est actionnée aussi bien par les trains s'éloignant de la bifurcation que par ceux qui y arrivent; si donc aucune mesure spéciale n'était prise, il en résulterait qu'au départ des trains le coupe-circuit fonctionnerait et paralyserait inutilement la manœuvre des leviers des voies concourantes.

L'interrupteur de courant, que l'aiguilleur déclenche à la main au moment où le train partant passe devant sa cabine, annule l'action de la pédale du signal avancé pendant une durée de cinq minutes, suffisante pour permettre au train de le franchir.

Passé ce délai, la communication de la pédale à l'appareil coupe-circuit se rétablit automatiquement et les conditions d'enclenchement redeviennent normales.

Si l'aiguilleur oublie de déclencher l'interrupteur au passage d'un train partant, il doit demander au chef de gare le débloquage de ses leviers à l'aide des moyens qui lui sont réservés.

Appareil d'enclenchement réciproque de leviers de signaux carrés. — Cet appareil répond au programme suivant : lorsque plusieurs signaux carrés défendent l'accès du tronc commun, il faut qu'un seul signal puisse être ouvert et que la manœuvre de tous les autres soit immobilisée dans la position de voie fermée.

A cet effet, les leviers sont groupés de façon que leurs axes soient dans le prolongement l'un de l'autre; chacun d'eux porte un secteur, dont une des tranches se termine en biseau; celui-ci déplace un taquet mobile, terminé par deux plans inclinés de sens contraires et coulissant sur une barre fixe perpendiculaire au plan du secteur.

Lorsqu'on manœuvre un levier, le secteur s'engage, par sa partie taillée en biseau, entre les taquets mobiles de la barre et les fait buter les uns contre les autres, ce qui bloque les autres leviers.

Cet appareil peut être classé parmi les systèmes économiques d'enclenchements, l'addition des secteurs et taquets ne revenant en moyenne qu'à 18 francs par levier.

Appareil d'enclenchement mécanique pour six leviers (modèle 1896). — Cet appareil permet de réaliser des enclenchements binaires s'appliquant à un nombre restreint de leviers.

Chaque levier est boulonné contre un plateau qui est monté sur un axe commun et porte des entailles recevant des taquets à plans inclinés fixés sur les barres d'enclenchement. Le nombre des barres et des taquets est indéterminé et dépend des conditions d'enclenchement qu'on veut réaliser.

Quand les conditions d'enclenchement le permettent, c'est-à-dire quand tous les taquets d'une même barre sont en face des entailles, la manœuvre d'un levier produit le déplacement latéral de la barre d'enclenchement par l'intermédiaire des plans inclinés des encoches.

Si, au contraire, l'un des taquets porte sur la couronne du plateau dans la partie non entaillée, il y a alors verrouillage de la barre.

Appareil d'enclenchement mécanique et électrique pour 18 leviers (type 1890). — Cet appareil est du type Saxby et Farmer, modifié par les ingénieurs du réseau de l'État, notamment de façon à permettre la réalisation d'enclenchements électriques.

Les supports des grils et des barres sont établis sur de petits bâtis d'un même modèle, boulonnés sur un châssis, ce qui permet de remplacer isolément toutes les pièces susceptibles d'usure.

Le nombre des types de taquets est aussi réduit que possible. Avec le même taquet, on arrive à produire tous les enclenchements dits ordinaires.

Les barres peuvent recevoir des taquets sur toute leur longueur et un gril quelconque peut communiquer le mouvement à une barre prise à volonté.

L'entraînement des barres est produit par une petite manivelle boulonnée sur le gril, dont le bouton s'engage dans un coussinet en bronze qui peut glisser dans le taquet d'entraînement d'une quantité égale à la flèche de l'arc décrit par le bouton de la manivelle. Cette disposition évite l'usure qui se produit lorsque le bouton de la manivelle ne porte sur le taquet que par une génératrice.

Un levier quelconque faisant partie d'un poste peut être enclenché électriquement.

Cet enclenchement est réalisé en adaptant au gril relié à la coulisse du levier une tige portant deux marteaux. Le gril lui-même est muni à l'une de ses extrémités d'une petite bielle actionnant la coulisse d'un commutateur à touches fixé sur le bâti. La coulisse porte deux contacts doubles isolés l'un de l'autre, mis en relation avec les touches du commutateur et correspondant aux diverses positions du levier.

Un électro-aimant muni d'une armature spéciale, formant verrou, est monté au-dessus du gril à enclencher, de telle sorte que l'une des extrémités des marteaux vient buter contre le verrou tant que l'armature n'est pas attirée par le passage d'un courant.

Le levier de manœuvre du type Saxby, avec le verrou à ressort dont la tige glisse le long du levier, est conservé, mais la manette ordinaire est remplacée par une manivelle qui agit sur un excentrique en forme de cœur. Cet excentrique évite un mouvement trop brusque de la coulisse et donne au contact électrique une durée suffisante pour assurer l'abaissement de l'armature au moment du passage des marteaux.

Lorsque le levier est dans la position droite ou renversée, les contacts du commutateur réunissent électriquement deux touches pouvant être utilisées pour enclencher d'autres leviers. Dans la manœuvre de l'excentrique, la coulisse du commutateur entraîne les contacts et ferme le circuit électrique à travers l'électro-aimant, ce qui produit le déverrouillage.

La manœuvre du levier à verrou électrique n'est donc possible que si un courant de déclenchement a été envoyé dans l'appareil, soit d'un poste éloigné mais en relations avec le poste considéré, soit de ce poste lui-même par suite de la réalisation de certaines conditions d'enclenchement entre les leviers.

Chemins de fer de l'Est. — *Verrou d'aiguille à obturateur oscillant.* — L'obturateur oscillant de l'Est a pour but d'éviter qu'un aiguilleur, après avoir déverrouillé une aiguille (dont le verrou du système Saxby est à levier distinct), puisse la verrouiller à nouveau si l'aiguille n'a pas obéi au renversement de son levier. Après chaque déverrouillage, l'obturateur vient se placer devant le trou de la barre d'écartement et s'oppose ainsi à une nouvelle pénétration du verrou. Le déplacement effectif de la barre d'écartement soulève l'obturateur et démasque le trou.

Verrous pour leviers d'aiguilles, de signaux, etc. — Le verrou circulaire de l'Est pour l'enclenchement à distance des leviers d'aiguilles, de signaux ou autres appareils, consiste en une poulie verticale commandée par double fil, présentant, sur les trois quarts de son pourtour, une saillie constituant un secteur circulaire. Cette saillie vient s'engager dans les encoches pratiquées dans la tringle reliée à l'appareil à enclencher, cette tringle

se déplaçant perpendiculairement au plan de la poulie dans des guides faisant corps avec le support de cette poulie.

Ce type de verrou est appliqué par l'Est depuis 1897.

Verrou d'enclenchement de plaque tournante, ponts et chariots. — Le verrou de l'Est pour l'enclenchement à distance des plaques tournantes, des ponts et des chariots est pourvu d'un loquet obturateur qui a pour effet de s'opposer au lancement du verrou tant que la plaque n'est pas amenée dans une des positions qu'elle doit occuper pour assurer la continuité des voies.

Chemins de fer du Midi. — *Appareil à verrous courbes.* — Chaque levier est attelé, par de petites bielles, à un coulisseau constitué par une barre percée de trous; ce coulisseau, en se déplaçant longitudinalement, fait osciller de 60 degrés un arbre auquel sont fixés les verrous courbes s'engageant dans les coulisseaux des autres leviers.

Pour renverser un levier, il faut que le coulisseau auquel il est relié ne soit plus pénétré par les verrous oscillants commandés par les autres leviers.

Les coulisseaux et les axes des arbres oscillants sont disposés dans un même plan, sur une table qui est horizontale si le nombre des leviers est petit et si l'on dispose d'un emplacement suffisant. En cas contraire, la table est disposée verticalement.

Cet appareil figurait à l'Exposition de 1889.

Chemin de fer du Nord. — *Enclenchements par serrures électriques.* — Postérieurement à l'année 1889, la Compagnie du Nord a été amenée, pour éviter aux agents, dans certaines gares, de longs et fréquents déplacements, à réaliser par des *serrures* électriques l'enclenchement réciproque à distance des aiguilles et des disques, lorsque les aiguilles sont isolées et éloignées des leviers des disques.

La serrure est identique, qu'elle soit appliquée aux leviers des disques ou aux leviers des aiguilles. Elle consiste en une boîte traversée par une barre reliée au levier et contenant un commutateur rotatif, commandé par le mouvement de cette barre, et une série de paires d'électro-aimants. Chaque paire actionne un verrou pénétrant ou non dans une encoche pratiquée dans la barre. Un courant électrique passant dans l'un des électros dégage le verrou et enclenche celui-ci s'il passe dans l'autre électro. Les serrures sont disposées de telle façon que la fermeture du disque libère les leviers des aiguilles et la manœuvre de ces aiguilles enclenche le disque à l'arrêt. L'installation est complétée par des commutateurs spéciaux placés l'un au poste de la gare qui règle les manœuvres, dit *poste commandeur,* les autres dans les postes éloignés, dits *postes commandés.* Ces appareils permettent de répondre à divers programmes.

Pour empêcher que, les disques étant à l'arrêt, toutes les aiguilles enclenchées puissent être dégagées, ce qui permettrait d'engager les voies principales par des wagons, les appareils peuvent être disposés de telle sorte que le courant électrique lancé au moment de la fermeture du disque ne puisse parvenir aux serrures des leviers d'aiguilles, et par suite ne les libérer qu'avec l'autorisation de l'agent du poste commandeur.

Dans les installations les plus récentes, le poste commandeur ne peut pas ouvrir

intempestivement le disque lorsque, pendant le cours des manœuvres, des aiguilles ont été momentanément remises dans leur position normale. Ces conditions sont réalisées par des commutateurs qui peuvent couper les circuits et sont installés dans les postes commandeur et commandés, et qui jouent le même rôle que des désengageurs.

Appareil électro-mécanique de manœuvre à distance et de calage des aiguilles de dédoublement de voie unique. — Dans cet appareil, les aiguilles et le verrou de calage sont actionnés successivement par une même dynamo. A cet effet, celle-ci peut commander successivement, par l'intermédiaire d'embrayages magnétiques de Bovet, deux roues dentées commandant par chaînes-galle l'une la vis sans fin engrenant avec un plateau-manivelle relié aux tringles des aiguilles, l'autre l'arbre, placé transversalement sous l'aiguillage, qui porte le verrou rotatif de calage.

Le moteur électrique est alimenté par un accumulateur à 6 ou 8 éléments, dont le courant est convenablement fermé, puis ouvert par deux organes placés contre la dynamo : un interrupteur automatique, qui coupe le circuit quand la manœuvre à produire est terminée; quatre commutateurs, commandés chacun par un électro-aimant permettant de faire tourner le moteur dans un sens ou dans l'autre et d'embrayer l'un ou l'autre des embrayages de Bovet.

Chacun de ces quatre électro-aimants est relié par un fil au commutateur spécial de manœuvre placé dans le bureau du chef de gare. Ce commutateur, qui ferme le courant d'une pile, est rotatif; il ne peut que tourner dans un seul sens et est automatiquement enclenché pendant toute la durée de chaque opération.

Le courant partant de la pile se rend tout d'abord à la serrure électrique enclenchant le levier de manœuvre du signal à distance couvrant l'aiguille, et ce courant ne peut arriver au commutateur de la gare que si le signal est fermé.

La succession des opérations que produit la rotation complète de ce commutateur est la suivante : bloquage de la serrure du disque qui est ainsi enclenchée dans la position d'arrêt; dégagement du verrou de l'aiguille; renversement de l'aiguille; remise en position normale de l'aiguille; calage; puis enfin débloquage de la serrure du disque.

Une grosse sonnerie tinte pendant la durée de ces opérations et ne s'arrête que lorsque l'aiguille, bien remise dans sa position normale, a été verrouillée.

Nous ajouterons qu'un désengageur, actionné par l'arbre qui commande le verrou d'aiguille, met à l'arrêt le disque à distance chaque fois que l'aiguille est déplacée de sa position normale et tant qu'elle n'est pas verrouillée. Lorsque cette commande électrique est appliquée à un aiguillage talonnable, l'ensemble des lames d'aiguille et de l'arbre porte-verrou reprend la position normale, après le passage des véhicules ayant pris l'aiguille en talon, sous l'action de leviers à contrepoids, dont l'un est le levier de la commande à main de l'aiguille et dont l'autre n'a pour fonction que de maintenir l'arbre porte-verrou dans sa position normale.

Chemins de fer de P.-L.-M. — *Enclenchements électriques.* — Pour enclencher les aiguilles, signaux ou appareils divers, trop éloignés pour être reliés par transmission

rigide ou par fils à des appareils Saxby ou Vignier, le P.-L.-M. fait usage de verrous électriques qui se prêtent à des enclenchements soit simples, soit multiples, soit conditionnels.

En principe, ces verrous sont disposés de telle sorte que les leviers auxquels ils sont appliqués sont enclenchés lorsqu'il ne passe pas de courant dans les électro-aimants les commandant, ce qui évite les déclenchements intempestifs que produiraient la rupture du fil de ligne ou le mauvais fonctionnement des piles si l'enclenchement était produit par le passage du courant.

Afin de réduire l'usure des piles, le courant venant du poste de commande n'est d'ailleurs établi par l'agent qu'au moment où il veut déverrouiller. Pour cela il agit sur un commutateur qui supprime une coupure de circuit. Cette disposition met à l'abri de déclenchement par courants atmosphériques ou vagabonds.

Les appareils d'enclenchement électrique du P.-L.-M. sont de trois sortes :

Les verrous n° 1 qui s'adaptent aux leviers Saxby ;

Les verrous n°s 2 et 2 *bis* qui s'appliquent aux leviers isolés et Vignier;

Les commutateurs répétiteurs se manœuvrant à la main indépendamment des leviers, qui sont destinés à commander à distance ces verrous.

L'organe essentiel des verrous est un électro-aimant dont l'armature dans le type n° 1 agit sur le verrou lui-même, le relevant, lors du passage du courant, par l'intermédiaire de leviers. Dans les types 2 et 2 *bis*, l'armature dégage un doigt d'arrêt.

Lorsque ce dégagement s'est produit, l'agent doit retirer le verrou du type n° 2 de l'entaille de la tige qu'il enclenche; dans le type n° 2 *bis*, le dégagement se produit automatiquement lors du déplacement de cette tige, par suite de la forme en plan incliné du verrou.

Comme il est en général nécessaire que les enclenchements électriques soient réciproques, c'est-à-dire que l'appareil de commande au moyen duquel le courant a été établi pour permettre le déverrouillage se trouve lui-même enclenché lorsque le levier auquel est appliqué le verrou a été manœuvré, les appareils n°s 1, 2 et 2 *bis* sont disposés de telle sorte que l'ouverture de leur verrou coupe le circuit provenant de la pile dont le passage dans l'électro-aimant des commutateurs de commande est nécessaire pour permettre à ces commutateurs d'autoriser le déverrouillage. Par suite de cette coupure de courant, l'agent qui a autorisé la manœuvre du levier sait si cette manœuvre a bien été effectuée.

Les verrous peuvent être commandés à distance soit par d'autres verrous, soit, comme nous l'avons dit, par des *commutateurs répétiteurs*. La manette de ces appareils, à mouvement oscillant, peut être amenée dans deux positions extrêmes correspondant l'une à l'*autorisation*, l'autre à l'*interdiction* de l'ouverture du verrou. Dans la position d'*autorisation*, la manette produit la fermeture du circuit d'une pile et son envoi par le fil de ligne dans l'électro-aimant déverrouillant le levier (si l'agent actionnant ce levier a, de son côté, agi sur son commutateur).

Lorsque la manette est mise sur *interdiction*, le circuit est coupé. L'agent qui ma-

nœuvre le commutateur-répétiteur, s'il a donné l'autorisation, voit par un voyant que la manœuvre du verrou qu'il a autorisée est bien effectuée et ne peut plus remettre la manette sur *interdiction* tant que le verrou commandé est dans la position autorisée. Ce dernier effet est produit par un enclenchement de la manette dans la position *autorisation,* enclenchement qui ne peut être détruit que par le passage d'un courant dans l'électro-aimant dont est muni le commutateur-répétiteur, et le passage du courant ne peut se produire que si le levier commandé est bien verrouillé.

Toutes les fois que ces enclenchements électriques sont établis entre des leviers et des postes éloignés, les agents ont à leur disposition des appareils Jousselin qui leur permettent d'échanger entre eux les signaux prévus par les consignes locales pour la manœuvre des verrous.

Chemins de fer de Paris-Orléans. — *Appareil d'enclenchement, type Barba, pour transmissions rigides.* — Cet appareil est une combinaison du levier Vignier et de deux systèmes de barres perpendiculaires entre elles, glissant suivant leur axe, et s'enclenchant mutuellement par des taquets à plans inclinés à 45 degrés, d'après le système imaginé par le constructeur anglais Stevens. Ces barres étant disposées verticalement de chaque côté du bâti des leviers, cet appareil est peu encombrant.

J. Saxby et Cie. — *Appareils d'enclenchements.* — La maison J. Saxby, de Creil, exposait à Vincennes divers appareils de sécurité pour chemins de fer, parmi lesquels nous citerons :

1° *Appareil d'enclenchement du type Saxby,* devenu classique et déjà exposé à Paris en 1878 et en 1889.

Dans ce système, les enclenchements sont réalisés par l'action préliminaire de la manette reliée au verrou à ressort et attachée à chaque levier, la manœuvre de ce levier n'exerçant aucune action sur les enclenchements. Cette disposition, qui a été imaginée par Saxby et Farmer en 1867, rend impossible un enclenchement imparfait produit par la manœuvre incomplète d'un levier.

Environ 500 appareils de ce type, comprenant 12,400 leviers, ont été construits dans l'établissement de Creil pour les divers réseaux français.

2° *Appareil de verrouillage et de manœuvre d'aiguille par un seul et même levier.*

Dans cet appareil, une barre, parallèle aux rails, cale la barre d'écartement des aiguilles et porte une saillie qui agit sur une fourche à équerre produisant le mouvement des aiguilles. Cette disposition, imaginée spécialement pour réduire le nombre des leviers d'un poste d'enclenchement, peut s'appliquer aux aiguilles qui ne sont pas éloignées de plus de 150 mètres du point de manœuvre, ou encore à l'une des aiguilles d'une communication, lorsque la distance du levier de manœuvre à l'aiguille la plus éloignée ne dépasse pas 120 mètres. Plus de 600 de ces appareils sont en service sur les réseaux du Nord, de Paris-Orléans, de l'Ouest et de l'Est.

3° *Serrure Annett* (à une seule clef) pour l'enclenchement des aiguilles à distance. Ce système de serrure était exposé à Paris en 1878 et 1889. Les appareils soumis

à un enclenchement réciproque sont munis de serrures ayant une seule et même clef qui ne peut être retirée de la serrure d'un appareil que si le levier de manœuvre de celui-ci occupe une position déterminée.

Cette serrure ne se prête guère qu'à des combinaisons d'enclenchements assez simples.

4° Modèle à une échelle réduite d'un poste complet d'enclenchement appliqué à une double bifurcation voisine d'un passage à niveau.

5° et 6° Modèles des appareils d'enclenchement formant l'objet des brevets pris en 1856 et 1860.

P. Letaud. — *Enclenchement système V. Legras.* — M. P. Lètaud, à Conches, exposait un appareil d'enclenchement du système V. Legras, pour la manœuvre des signaux reliés à des aiguilles. Dans ce système, une roue dentée, actionnée au moyen d'une chaîne galle intercalée dans la transmission du signal, porte sur son plateau une rainure en spirale qui, par l'intermédiaire d'un galet engagé dans cette rainure et de tringles, commande le verrou de l'aiguille.

5° Block-system.

Chemins de fer de l'État. — *Contrôleur automatique de la marche des trains (système Metzger), pouvant jouer le rôle d'appareils de block.* — Cet appareil, exposé sous une autre forme en 1889, indique automatiquement et simultanément aux deux gares entre lesquelles circule un train le passage de ce train en divers points de son parcours. Fonctionnant par l'émission de courants continus et temporaires dans des électro-aimants, il se compose de deux enregistreurs et de quatre pédales avec transmetteurs.

Un enregistreur se trouve dans chacune des deux gares; les deux enregistreurs sont identiques et reliés par un fil unique; ils sont munis de piles de relais et de sonneries; ils présentent sur leur face antérieure trois ouvertures en forme de losange derrière chacune desquelles tourne un disque divisé en segments de couleurs différentes; ces disques tournent par l'effet de déclenchements qui se produisent lors du passage d'un courant dans des électro-aimants.

Les quatre pédales sont en pleine voie et divisent en cinq sections l'intervalle compris entre les deux gares. Chaque pédale ferme le courant d'une pile qui agit sur le transmetteur monté à côté d'elle. Le transmetteur opérant comme un relais envoie le courant d'une seconde pile dans le fil des enregistreurs au moment où les pédales sont actionnées par le passage d'un train; la première et la dernière pédale n'envoient chacune qu'un courant; les deux pédales intermédiaires envoient chacune deux courants.

Les trois voyants de l'enregistreur sont normalement au blanc.

La marche d'un train est indiquée par l'apparition de la couleur bleue s'il est impair et de la couleur jaune s'il est pair successivement dans chacun des voyants, dans le sens de la marche du train.

IMPRIMERIE NATIONALE.

L'appareil peut enregistrer simultanément la marche de trois trains de même sens engagés simultanément entre les deux gares, à la condition qu'il n'y ait qu'un train dans une même section.

La sonnerie fait entendre un roulement dans les cinq cas suivants :

1° Quand un train circule sans être attendu ;

2° Quand un train marche à contre-voie ;

3° En cas de dérive d'un ou plusieurs véhicules ;

4° Quand deux trains de même sens sont engagés dans une même section ;

5° Quand deux trains marchent à la rencontre l'un de l'autre.

La même sonnerie fait entendre un roulement continu en cas d'irrégularité de fonctionnement de l'appareil, soit à l'entrée, soit à la sortie de la section dans laquelle se produit l'irrégularité. Toute irrégularité de la marche des trains ou du fonctionnement des appareils est donc signalée par cet appareil qui remplit en outre les fonctions d'un block-system de voie unique.

Le contrôleur automatique de la marche des trains est en fonctionnement entre Joué et Tours sur une ligne à voie unique de l'État.

Block-system Sarroste et Loppé. — Ce système, qui a été étudié en vue de répondre aux conditions de la circulaire ministérielle du 12 janvier 1882, se compose essentiellement :

1° De verrous électriques enclenchant les leviers qui commandent les signaux ;

2° De commutateurs électriques de block, d'un type spécial imaginé par MM. Sarroste et Loppé, qui réalisent le déclenchement ou l'enclenchement des leviers ; dans chaque poste, il y a un commutateur pour chaque sens de marche ;

3° De pédales de contact placées sur la voie et qui déterminent le fonctionnement d'un relais à voyant au passage des trains.

En outre, des sonneries système Jousselin, avec bouton transmetteur à compteur, sont employées pour l'échange des signaux conventionnels de poste à poste ; des sonneries trembleuses ordinaires indiquent le moment où l'agent du poste voisin, utilisant le déclenchement qui lui a été envoyé, manœuvre le levier du sémaphore ; et des appareils téléphoniques permettent aux postes de correspondre entre eux. Ces appareils sont placés automatiquement en circuit dans le fil de ligne, lorsque les agents de deux postes voisins ont amené respectivement l'aiguille de leur appareil Jousselin sur la division marquée « Téléphone ».

Les leviers sont à verrou électrique du type Bricka employé pour l'enclenchement des signaux carrés, dont nous avons eu l'occasion de décrire la disposition générale. Toutefois, pour cette application au block-system, la disposition des marteaux d'enclenchement permet de toujours mettre à l'arrêt un signal préalablement mis à voie libre.

Les signaux commandés à distance par ces leviers peuvent être d'un type quelconque. Sur l'État ce sont des sémaphores doublés à distance par des disques dont les leviers sont enclenchés mécaniquement avec les leviers des sémaphores.

Chaque commutateur de block se compose :

1° D'un plateau circulaire, monté sur un axe horizontal mû par une manivelle, qui

porte à sa surface extérieure deux taquets d'arrêt et des pièces de contact isolées. Celles-ci établissent ou interrompent par la rotation du plateau des communications entre plusieurs frotteurs fixes ;

2° D'un électro-aimant, placé au-dessous du plateau, dont l'armature entre ou non en prise avec l'un des taquets d'arrêt du plateau et, par suite, enclenche ou libère ce plateau.

Les pédales de contact sont installées en aval de chaque poste. Elles sont reliées par un fil à un second électro-aimant placé dans la boîte du commutateur ; le rail étant relié à la terre, le passage d'un bandage sur la pédale ferme le circuit d'une pile à travers cet électro-aimant. Une palette, retenant accrochée l'extrémité d'un levier portant un voyant, est alors attirée par cet électro, ce qui fait tomber le voyant et supprime une coupure du circuit électrique qui doit être établi pour permettre au poste de débloquer le poste voisin d'amont.

Le mode de fonctionnement de ce système de block est le suivant : les sémaphores et les signaux avancés sont normalement à l'arrêt. Le sémaphore d'un poste C ne peut être mis à voie libre qu'après l'envoi par le poste d'aval D du déclenchement de l'appareil auquel le sémaphore C est relié. Ce poste D ne peut envoyer le déclenchement que si le train précédent est effectivement sorti de la section CD et se trouve protégé par la fermeture du sémaphore D qu'il a franchi.

Les deux opérations que comportent l'envoi et la prise du déclenchement sont effectuées au moyen de la manivelle de chacun des deux commutateurs conjugués placés respectivement à l'entrée et à la sortie d'une même section.

Cette manivelle peut prendre trois positions correspondant à « attente sur sonnerie », « envoi de déclenchement » et « réception de déclenchement ».

Lorsque les manivelles sont dans la position « attente sur sonnerie », le fil de ligne ne communique qu'avec les sonneries Jousselin, ce qui permet aux deux postes d'échanger des signaux.

Lorsqu'un train est annoncé au poste C, le stationnaire de ce poste, voulant ouvrir son signal pour laisser entrer ce train dans la section CD, demande par la sonnerie à l'agent du poste D le déclenchement de son levier.

Le stationnaire de D, s'il peut envoyer le déclenchement, répond par la sonnerie qu'il envoie le déclenchement et met sa manivelle dans la position « envoi de déclenchement ». Mais il ne peut effectuer ce déclenchement qu'à la double condition :

1° Que le dernier train engagé dans la section CD en soit sorti ;

2° Que ce train soit couvert par le sémaphore de D. Le mouvement de la manivelle ne peut en effet s'effectuer que si l'un des taquets d'arrêt du plateau du commutateur n'est pas arrêté par le cran de l'armature de l'électro-aimant placé sous le commutateur, c'est-à-dire si cette armature est attirée par l'électro-aimant. Or cet électro-aimant est intercalé dans un circuit de pile coupé en trois endroits :

1° Aux bandes du levier de manœuvre du sémaphore qui ferme la sortie de la section ;

2° Entre deux des frotteurs portant contre le commutateur;

3° Entre les contacts, commandés par la palette de l'électro-aimant traversé par le circuit secondaire de la pédale du poste D.

Pour que le circuit soit fermé et que l'électro-aimant attirant la palette permette le passage de la manivelle à la position « envoi de déclenchement », il faut donc :

1° Que le levier du sémaphore de D soit dans la position de signal fermé;

2° Que, par suite d'un premier déplacement imprimé au commutateur, une pièce de contact ait relié les deux frotteurs ;

3° Que le train antérieurement engagé dans la section CD ait franchi la pédale du poste D, et ait ainsi fait attirer la palette du second électro et, par suite, mis en prise les contacts qu'elle actionne. Vers la fin du mouvement qui produit l'envoi du courant de déclenchement, le second taquet du plateau du commutateur coupe le circuit de la pédale en ramenant la palette de l'électro-aimant correspondant dans sa position normale (ce qui s'oppose à l'envoi d'un second déclenchement).

En recevant par sa sonnerie l'avis d'envoi de déclenchement, le stationnaire du poste C met sa manivelle dans la position « réception de déclenchement » et peut alors déclencher le levier de son signal pour le mettre à voie libre. Après avoir ouvert son signal, le stationnaire du poste C remet sa manivelle à la position « attente sur sonnerie ». Le stationnaire du poste D est en même temps avisé de ces opérations par sa sonnerie trembleuse qui donne un tintement passager pendant la manœuvre du levier et un roulement continu après la remise de la manivelle de C à la position d'attente. Il remet alors lui-même sa manivelle à la même position, ce qui arrête le tintement de la sonnerie trembleuse et, dans cette situation, de nouvelles communications peuvent être échangées par sonnerie entre ces deux postes.

Les appareils conjugués fonctionnent dans les mêmes conditions pour la circulation sur l'autre voie, sauf interversion des opérations. Les postes terminus n'ont qu'un seul appareil ; en outre, le circuit de déclenchement du commutateur se ferme directement sans passer par les contacts du levier du sémaphore de sortie, ce sémaphore n'existant pas dans ce cas.

Les avantages réclamés en faveur de ce système sont les suivants :

1° L'emploi de pédales de contact supprime les conséquences d'un oubli du sémaphoriste qui ne peut pas déclencher le poste d'amont tant que le train n'est pas réellement sorti de la section, la situation de cette section étant de plus constamment rappelée à l'agent par la vue d'un voyant.

Cette addition d'une pédale ne rend d'ailleurs automatique ce système que dans des limites étroites : l'intervention du sémaphoriste reste nécessaire ; il faut notamment qu'il s'assure que les trains sont bien complets;

2° L'emploi des leviers à enclenchements électriques permet d'adopter pour la manœuvre des signaux les mêmes dispositions que pour les signaux ordinaires et, par suite, de manœuvrer ces signaux à distance du point le plus convenable et en concentrant leurs leviers;

3° L'emploi des piles ordinaires Leclanché, plus économiques et sujettes à bien moins de dérangements que les piles à courant continu ;

4° Le commutateur de block est d'une grande simplicité, facile à visiter et à entretenir. Il peut être construit avec des dimensions restreintes tout en restant robuste ;

5° L'emploi d'un seul fil de ligne pour relier deux postes et d'une seule pile dans chaque poste;

6° Les verrous électriques ne sont reliés au fil de ligne qu'au moment du débloquage, ce qui garantit contre leur fonctionnement intempestif sous l'action des courants atmosphériques.

A la fin de l'année 1899, le block Sarroste et Loppé fonctionnait, entre Nantes et Vertou, sur une longueur de 3 kilom. 9 de ligne à double voie et l'on procédait à son installation sur trois sections, également à double voie, d'une longueur totale de 23 kilom. 8.

Chemins de fer de l'Est. — *Block-system mécanique pour ligne à double voie.* — Ces appareils de block-system mécanique ont été étudiés par la Compagnie de l'Est en vue de leur application à la ligne de Paris-Bastille à Vincennes, sur laquelle la circulation des trains est très intense.

L'Est a adopté des sémaphores (signaux d'arrêt absolu) précédés de damiers vert et blanc jouant le rôle de signaux indicateurs permissifs. Ces appareils mécaniques réalisent l'enclenchement du damier avec le sémaphore, et de celui-ci avec un levier ne permettant de débloquer le poste d'amont que lorsque le train a été couvert. Partout où cela ne présente pas d'inconvénient, le sémaphore est mis automatiquement à l'arrêt par un appareil Aubine. L'indicateur à damier peut toujours être fermé, mais il ne peut plus être ouvert dès que le sémaphore a été mis à l'arrêt et qu'un train a passé devant le poste confirmant automatiquement la mise à l'arrêt. Un sémaphore à l'arrêt ne peut être mis à voie libre tant que le poste suivant, après s'être préalablement bloqué, n'en a pas donné mécaniquement l'autorisation. L'agent d'un poste ne peut autoriser une seconde fois le débloquage du poste précédent que si son propre sémaphore a été une deuxième fois mis à l'arrêt.

Aux stations dans lesquelles des trains meurent ou se garent, des dispositions spéciales permettent de débloquer la section d'amont, sans bloquer la suivante.

Block-system de voie unique. — L'appareil exposé par la Compagnie de l'Est permet d'utiliser sur les lignes à voie unique les appareils Lartigue. A cet effet, chaque sémaphore est complété par un organe dit *boîte de rupture,* relié mécaniquement à la commande du petit bras, et qui coupe le circuit électrique reliant les mouvements de sa grande aile et du petit bras du poste correspondant de telle sorte qu'un poste ayant débloqué le poste voisin, celui-ci ne peut pas débloquer le premier (les sémaphores sont normalement tenus à l'arrêt) tant que la section est occupée. Le circuit coupé est rétabli par le passage du train sur une pédale placée près du poste.

Les appareils sont disposés de telle sorte que l'agent d'un poste qui a été débloqué

par un des postes contigus ne peut lui-même débloquer ce dernier que si : 1° le train annoncé a passé sur la pédale établie près de son sémaphore; 2° il a abaissé le petit bras de son sémaphore lors du passage devant lui du train annoncé.

Cette disposition assure une grande sécurité parce que les circuits, permettant les débloquages, sont coupés mécaniquement.

Chemin de fer du Nord. — *Appareils de block-system de double voie, avec enclenchements électriques, appareils « Memento » et manœuvre électrique à distance.*

Les appareils de block-system dont fait usage la Compagnie du Nord sont les électro-sémaphores du système de Lartigue, Tesse et Prudhomme modifié.

Les appareils figurant dans l'exposition de cette Compagnie au parc de Vincennes présentent un certain nombre de perfectionnements ou de dispositions complémentaires par rapport aux appareils du même système exposés par le Nord en 1889. Ces derniers présentaient déjà sur les appareils primitifs, dont les premiers essais, faits entre Paris et Creil, remontent à 1873, diverses notables améliorations apportées à partir de 1883, et dont les principales étaient :

1° La dépendance des sections successives de block, par l'enclenchement des grandes ailes (qui horizontales commandent l'arrêt) avec les petits bras (dont l'abaissement annonce l'envoi d'un train) de la même direction;

2° L'enclenchement électro-mécanique du disque rouge avec la grande aile, de façon à assurer la couverture à distance du poste sémaphorique, ce disque restant enclenché à l'arrêt tant que la grande aile est elle-même à l'arrêt;

3° La désolidarisation conditionnelle (c'est-à-dire l'interruption de la continuité du block), dans les stations et aux points de garage, par l'addition d'un commutateur, manœuvré par l'agent responsable du garage, qui envoie un courant dans l'appareil d'enclenchement reliant les deux boîtes n° 1 et n° 2 du sémaphore, courant qui produit le même effet que l'abaissement de la grande aile, c'est-à-dire permet de débloquer la section en amont sans bloquer préalablement la section en aval.

Dans notre description, nous désignerons, pour abréger, sous le numéro 1, la boîte dont la manivelle produit la mise à l'arrêt de la grande aile et le déclenchement du petit bras du poste d'aval; sous le numéro 2 la seconde boîte, correspondant à la même direction, dont la manivelle produisant l'effacement du petit bras débloque et met à voie libre la grande aile du poste d'amont.

Les perfectionnements apportés de 1889 à 1900 sont de trois sortes :

Enclenchements conditionnels entre les sémaphores d'une part, les signaux carrés et les aiguilles de bifurcations;

Appareils Memento rappelant au sémaphoriste le nombre des trains entrés successivement dans une section bloquée et, par conséquent, le nombre de débloquages de la section d'amont que cet agent doit effectuer;

Manœuvre à distance des électro-sémaphores.

Les enclenchements conditionnels ont pour but que le sémaphoriste d'une bifurcation

ne puisse bloquer et débloquer que les appareils de la direction réellement suivie par le train. Ce résultat est obtenu par des commutateurs reliés aux leviers commandant les aiguilles et les signaux d'arrêt. Le circuit de désolidarisation, c'est-à-dire produisant la mise à voie libre du poste d'amont, n'est fermé que suivant la direction permise par la position donnée aux aiguilles et à leurs signaux.

Les commutateurs employés sont à lames élastiques frottant contre des plots plans. Les commutateurs reliés aux signaux d'arrêts sont disposés de telle sorte qu'ils ne produisent le courant de désolidarisation qu'à la fermeture de ces signaux, et pendant le temps très court nécessaire à son action.

Les appareils « Memento » sont de deux types.

L'appareil à jetons indique au sémaphoriste par un numéro apparaissant derrière une lucarne le nombre de trains entrés en section bloquée, c'est-à-dire le nombre de fois qu'il doit débloquer la section d'amont.

Le chef d'un train entrant en section bloquée doit introduire dans la boîte du memento un jeton qu'il a dû demander au mécanicien de son train. Pour introduire le jeton, cet agent ouvre un guichet en tirant sur une tige qui, par l'action d'un cliquet à ressort, fait avancer d'une division, et par conséquent d'un numéro, un disque indicateur portant à sa circonférence six numéros. Lorsque le poste d'aval, à la suite du passage d'un train, manœuvre sa boîte n° 2 et envoie ainsi un courant de débloquage, la grande aile du poste considéré s'efface, et, dans son mouvement, envoie un courant dans l'électro-aimant dont est pourvu le memento. Ce courant produit l'attraction d'une palette dont l'extrémité porte une ancre permettant à chaque oscillation le passage d'une dent d'une roue d'échappement solidaire du disque indicateur. Celui-ci, étant constamment rappelé en arrière par un ressort, montre derrière la lucarne le numéro immédiatement inférieur. Ainsi, à chaque entrée de train avec introduction de jeton, le disque avance d'un numéro, à chaque effacement d'aile, c'est-à-dire à chaque sortie de train de la section, il revient en arrière d'un numéro, indiquant à chaque instant au sémaphoriste le nombre moins un des trains se trouvant simultanément dans la section d'aval.

Appareil sans jetons. — Le memento à jetons n'est pas applicable lorsque le chef de train ne peut pas, par suite de la disposition des lieux, se rendre rapidement et facilement près de cet appareil ; puis il laisse possible l'introduction d'un train dans la section bloquée si ce train se présente au moment précis où la grande aile est effacée par le poste d'aval.

Pour supprimer ces inconvénients, la Compagnie du Nord a étudié d'autres appareils laissant la grande aile à l'arrêt tout le temps que la section couverte par elle est effectivement occupée, tout en conservant le comptage mécanique des trains. Ces appareils, dits boîtes 1 *bis* et 2 *bis*, sont enclenchés respectivement avec les boîtes 1 et 2.

Lorsqu'un train est déjà dans la section, les boîtes 1 et 2 ne sont plus manœuvrées et sont remplacées par les boîtes 1 *bis* et 2 *bis*. La manœuvre de la boîte 1 *bis* du premier poste, lors de la pénétration d'un train, désolidarise les boîtes 1 et 2 de ce poste et fait passer au nombre suivant le numéro indiqué sur les appareils 1 *bis* et 2 *bis* des

deux postes. Le poste d'aval effectue de même les sorties avec sa boîte 2 *bis* et fait décompter les appareils, unité par unité, mais pour cela il doit libérer sa boîte 2 *bis*, avant chaque manœuvre, par la mise à l'arrêt de la grande aile de son poste, ou par toute autre désolidarisation.

Ce sémaphoriste d'aval ne peut faire tomber la grande aile de la boîte n° 1 du premier poste que lorsque son appareil 2 *bis*, qui tenait enclenchée sa boîte n° 2, marque 0, le dernier des trains introduits ayant dégagé la section.

Manœuvre électrique des sémaphores. — Lorsque les conditions d'exploitation conduisent à éloigner les sémaphores des postes où séjournent les agents les manœuvrant, la Compagnie du Nord les fait actionner électriquement par des dynamos.

L'arbre du moteur électrique porte une vis sans fin engrenant avec une roue héliçoïdale reliée par un embrayage électrique de Bovet avec une roue dentée commandant par une chaîne galle un pignon fixé sur l'arbre à manivelle de la boîte de manœuvre Lartigue. La rotation toujours dans le même sens de cet arbre à manivelle a permis de réaliser ainsi très simplement cette manœuvre électrique. L'adoption d'embrayages de Bovet a également permis de commander par la même dynamo les trains d'engrenages des boîtes contiguës 1 et 2.

L'envoi du courant, par le poste de manœuvre, se fait au moyen d'un appareil, agissant comme commutateur disjoncteur, relié à un commutateur automatique à double effet placé dans l'appareil moteur, et comprenant un appareil d'enclenchement identique à l'appareil enclenchant entre elles sur le sémaphore les boîtes n°s 1 et 2 de la même direction. Ces appareils d'enclenchement du poste et du sémaphore sont reliés électriquement entre eux de façon à fonctionner parallèlement. Le courant envoyé par le poste à distance traverse à la fois le moteur et l'embrayage de Bovet, ce qui produit leur rotation et par suite relève l'aile horizontalement ou abaisse le bras. Dans ces positions, le courant cesse de passer et la roue hélicoïdale redevient folle.

L'appareil de commande à distance du poste est enclenché avec le levier du disque protégeant le sémaphore et réalise toutes les conditions de succession de manœuvre et d'enclenchements imposées aux boîtes n°s 1 et 2 et à l'appareil d'enclenchement de celles-ci. Cet appareil peut être disposé de façon à permettre à plusieurs postes d'une gare de commander à distance un même sémaphore.

Appareils de block-system pour voie unique. — Les électro-sémaphores pour voie unique sont combinés de telle sorte que, tout en permettant l'envoi de plusieurs trains successifs de même sens, quand il existe des postes intermédiaires qui en règlent l'espacement, ils s'opposent à l'envoi d'un train de sens contraire, tant que le dernier des trains successivement expédiés n'est pas arrivé au point de croisement.

De plus, ils établissent une dépendance facultative entre les sections situées de part et d'autre d'une gare de croisement, pour le cas où cette gare doit être franchie sans arrêt et ils solidarisent les signaux sémaphoriques avec la position corrélative des aiguilles de dédoublement, aiguilles prises en pointe par les trains aux deux extrémités de chaque gare de croisement.

Sur les lignes à voie unique pourvues de block-system, le Nord a maintenu en service les grosses cloches électriques considérant qu'elles donnent au personnel des gares et de la voie d'utiles indications non fournies par les électro-sémaphores.

Les appareils pour voie unique ne diffèrent des électro-sémaphores de double voie précédemment décrits que par la disposition des connexions électriques et l'addition :

1° D'un enclenchement mécanique établi entre les tringles de manœuvre des ailes et des bras, disposé de telle sorte que, dès qu'un petit bras prend la position horizontale qui annonce l'envoi d'un train, la grande aile, s'adressant aux trains de sens opposé, est immobilisée dans sa position d'arrêt horizontale;

2° D'un interrupteur, articulé à la contre-manivelle de chaque boîte n° 1, qui coupe le circuit passant par la boîte n° 2 tant que la grande aile de la direction opposée est effacée ;

3° Dans la boîte n° 1 d'un cliquet immobilisant l'arbre et par suite empêchant d'abaisser le petit bras, tant qu'il n'a pas été soulevé à l'aide d'une clef spéciale par le sémaphoriste dont l'attention est ainsi appelée particulièrement sur le débloquage qu'il opère.

Les électro-sémaphores à voie unique fonctionnent « à voie normalement fermée », par conséquent les grandes ailes sont horizontales et les petits bras verticaux.

Lorsqu'un train se présente à un poste A placé à l'extrémité d'une section, le sémaphoriste doit tout d'abord ouvrir la voie à ce train par l'abaissement de la grande aile, puis refermer la voie en relevant cette aile, après la pénétration du train dans la section ; cette dernière manœuvre produit l'annonce du train au poste suivant. A cet effet, un train se présentant, le sémaphoriste A envoie, à l'aide d'un commutateur à déclic, placé dans la boîte n° 1, un courant de sens convenable dans la boîte n° 2 du poste B. Si le petit bras de ce poste est déjà horizontal, ce qui serait si un train de même sens était déjà dans la section, rien ne se produit; si le petit bras est vertical, l'envoi du courant lui fait prendre la position horizontale et, pendant ce mouvement, le commutateur relié à l'arbre de sa manivelle ferme un courant allant vers le poste A, courant qui déclenche l'arbre de la boîte n° 1 et fait tomber la grande aile, mais seulement si l'enclenchement mécanique entre cette aile et le petit bras de la direction opposée, B vers A, le permet. En d'autres termes, la section n'est ouverte en A, par l'abaissement de la grande aile, que s'il ne se trouve aucun train entre A et B. On voit que, dans ce système, le garde B en abaissant le petit bras, après le passage d'un train, ne débloque pas le poste A à ce moment, mais donne au sémaphoriste A la possibilité d'ouvrir ultérieurement la section AB, tant que lui-même n'y aura pas laissé pénétrer de train. La remise à l'arrêt, derrière le train, de la grande aile de A détermine dans la boîte n° 2 du poste B l'apparition d'un voyant rouge et un coup de timbre, ce qui annonce à B qu'un train est effectivement entré dans la section.

Quand le train parvient en B, le sémaphoriste abaisse le petit bras, ce dont l'agent A est prévenu, le voyant de sa boîte n° 1, que la mise à l'arrêt de la grande aile avait mécaniquement mis au rouge, revenant au blanc. Les deux appareils de A et B sont ainsi ramenés à leur état initial.

Par ces dispositions, l'annonce d'un train dans un sens condamne immédiatement l'entrée de la section dans l'autre sens en calant la grande aile à l'arrêt.

Les appareils que nous venons de décrire conviennent aux stations placées aux extrémités d'une section de ligne sur laquelle ne se trouvent ni voie de croisement, ni voie d'évitement. Il peut être utile, afin d'augmenter la capacité de circulation de la ligne, d'établir entre ces deux stations des postes intermédiaires jouant le rôle de régulateur de l'espacement des trains de même sens et permettant à un de ces postes, lorsqu'un train l'a atteint et franchi, d'ouvrir la voie au poste d'amont pour un train de même sens.

Un premier type d'électro-sémaphore répondant à ce programme a été étudié par le Nord en 1892. Il ne diffère de l'appareil d'un poste extrême que par la suppression de l'interrupteur articulé à la contre-manivelle des boîtes n° 1, et par l'addition, à chaque boîte n° 2, d'un commutateur dit *répétiteur-interrupteur,* qui a pour fonction d'émettre, lorsque le petit bras se relève dans la position horizontale, le même courant que le ferait la manœuvre du commutateur de la boîte n° 1 de la même direction.

La manœuvre par l'agent d'un poste extrême A du commutateur à déclic de la boîte n° 1 a ainsi pour effet, si la voie est libre, de faire tomber successivement et automatiquement, dans un temps très court, toutes les ailes des postes intermédiaires et celle du poste A, et de rendre horizontaux tous les petits bras de la même direction.

Si, dans un poste intermédiaire A 4, le petit bras est déjà horizontal, cette action par cascade s'y trouve arrêtée, et la grande aile du poste précédent A 3 reste à l'arrêt, le petit bras de A 4 n'ayant pas pu opérer son mouvement de relèvement pendant lequel s'émet le courant nécessaire au débloquage de l'aile du poste A 3.

Ces répétiteurs-interrupteurs jouent en même temps le rôle de commutateurs pour le circuit électrique reliant la boîte n° 2 de l'autre direction d'un poste intermédiaire à la boîte n° 1 du poste suivant, et les connexions sont établies de telle sorte que le circuit est fermé si le petit bras est effacé et est coupé si ce petit bras est horizontal. Dans ce dernier cas, le commutateur du poste suivant ne peut produire aucun déclenchement.

Cette disposition étant réciproque, lorsque l'un des deux petits bras d'un poste intermédiaire est horizontal, l'autre ne peut plus prendre cette position, ce qui empêche la réalisation de l'annonce et de l'expédition de deux trains de sens contraires.

En 1895, la Compagnie du Nord a trouvé préférable de produire l'annonce des trains par l'horizontalité du petit bras simultanément dans tous les postes intermédiaires.

Ce résultat est obtenu en envoyant dans le fil de ligne, par la manœuvre du commutateur à déclic du poste extrême, le courant d'une pile spéciale suffisamment intense pour passer par les appareils de tous les postes.

Diverses modifications ont été apportées aux appareils : de l'une d'elles résulte que les circuits passant par les électro-aimants Hugues des grandes ailes ne sont reliés avec la terre que pendant le temps durant lequel l'agent maintient son commutateur à déclic

pour obtenir l'effacement de la grande aile de son sémaphore. Cette disposition protège contre les effets de courants parasites.

Les appareils du type 1895 garantissent contre la circulation de trains de sens contraires par l'enclenchement mécanique des tiges actionnant chaque grande aile au petit bras correspondant au sens de marche contraire, et par l'interruption du circuit d'un petit bras produite par le développement du petit bras de l'autre direction.

Ils garantissent l'espacement des trains de même sens par l'application de l'enclenchement électro-mécanique des arbres des boîtes nos 1 et 2, enclenchement décrit à propos des appareils de double voie, qui oblige le sémaphoriste à mettre la grande aile de son poste à l'arrêt avant de débloquer la section en amont.

Les appareils exposés en 1900 présentent un nouveau perfectionnement. La chute d'aucune grande aile des différents postes d'une section ne peut se produire sans l'autorisation directe du poste terminus de l'autre extrémité.

Pour faire pénétrer un train dans sa section, le sémaphoriste de la station A actionne son commutateur à déclic, ce qui produit, comme dans le système de 1892, le déclenchement successif ou par cascade des petits bras des postes successifs. Mais, contrairement à ce qui se passait dans les appareils de 1892, le mouvement de chaque petit bras, se mettant horizontal, n'envoie pas un courant de retour déclenchant la grande aile du poste précédent. Le petit bras du sémaphore du poste extrême B envoie seul un courant de retour qui fait tomber par cascade les grandes ailes des postes précédents, jusqu'à l'aile du poste A. Les appareils employés dans ce dernier système diffèrent d'ailleurs fort peu des appareils type 1895.

Les besoins actuels de l'exploitation nécessitant le passage direct de certains trains dans les gares de croisement, la Compagnie du Nord a été conduite à établir la solidarisation conditionnelle des appareils de ces gares commandant les deux directions. Il fallait que, lorsqu'un train d'un certain sens devant franchir sans arrêt une station est annoncé par le développement du petit bras d'un des deux sémaphores, l'entrée d'un train de sens opposé dans la section suivante fût rendue impossible par l'enclenchement, dans sa position abaissée, du petit bras de l'autre sémaphore correspondant à cette section suivante.

La dépendance des deux sections successives est obtenue mécaniquement à l'aide de deux serrures Bouré, qui maintiennent abaissés les petits bras des deux sémaphores. Les clefs de ces deux serrures sont enclenchées à la serrure centrale de la station avec les clefs des serrures des aiguilles de dédoublement et des leviers des disques à distance. Les deux clefs des serrures des petits bras ne peuvent être retirées simultanément de la serrure centrale que si les appareils de voie ont été préalablement disposés en vue d'un croisement.

Si les aiguilles ont été disposées pour le passage direct d'un train, les enclenchements de la serrure centrale ne permettent de retirer que la seule clef de la serrure du petit bras correspondant à la direction du train attendu.

Au commencement de l'année 1900, 241 kilomètres de lignes à voie unique du

réseau du Nord étaient munis d'appareils de block et leur installation sur 132 autres kilomètres était en cours.

Chemins de fer de l'Ouest. — *Block-system mécanique.* — Le block-system mécanique de l'Ouest, exposé par un dessin, a été étudié en 1898 et appliqué en mars 1899.

Il se compose de carrés munis de pédales de déclenchement Aubine, précédés de signaux d'avertissement à damier vert et blanc. Lorsque le train passe devant un carré, il en produit automatiquement la fermeture; l'agent du poste correspondant doit alors fermer le damier, puis le carré, et peut seulement alors agir sur un levier qui, actionnant par une transmission funiculaire l'Aubine du poste précédent, permet à celui-ci d'ouvrir ses signaux.

L'appareil d'enclenchement mécanique combine quatre barres reliées : l'une au mécanisme de fermeture automatique du carré ; deux autres aux leviers de commande du carré et du damier, et la quatrième au levier rendant voie libre au poste précédent.

Block-system électrique. — Le block-system électrique de l'Ouest résulte de la combinaison des appareils pour la commande électrique des aiguilles, signaux, etc., dont nous avons indiqué précédemment le principe, avec des commutateurs électriques convenablement enclenchés entre eux.

Ce système de block comporte des signaux avertisseurs (à damier vert et blanc), des signaux d'arrêt (carrés rouges), des porte-pétards et des pédales.

Lorsque le train a franchi le damier vert et blanc, le stationnaire, en manœuvrant un commutateur, lance le courant qui ferme le damier. Ce train en passant sur une pédale, placée à 20 mètres en arrière du carré, fait mouvoir un commutateur, dit *relais,* monté dans le poste, qui établit le courant produisant la fermeture de ce carré.

Lorsque le train a franchi son poste, l'agent doit manœuvrer le levier du carré (levier qui est enclenché avec le levier de l'avertisseur), ce qui produit deux courants : l'un confirmant la fermeture du carré, l'autre amenant des pétards sur la voie. Le levier du carré se trouve alors enclenché par la chute d'un bloc solidaire du noyau d'un électro-aimant à longue course. En tombant, ce bloc établit un courant qui, passant dans l'électro-aimant similaire du poste précédent, débloque le levier du carré de ce poste par le relèvement de son bloc dont le mouvement a pour effet d'établir deux courants, dont l'un relève la pédale du poste débloqué et l'autre remet dans sa position normale le commutateur, dit *relais,* du poste suivant que vient de franchir le train. Dès que le levier de son carré est débloqué, l'agent renverse tout d'abord ce levier, puis le levier de l'avertisseur, ce qui ferme successivement les courants produisant l'ouverture du carré et du damier.

Les coupures du courant sont combinées de façon qu'il ne subsiste pas de courant permanent dans les électro-aimants. Le courant qui débloque à l'arrière passe par un commutateur monté sur le carré du poste et ne ferme le circuit que si ce carré est bien à l'arrêt.

Ce système de block est donc partiellement automatique, puisque le train, par l'intermédiaire des pédales, ferme successivement les carrés qu'il franchit. Les agents doivent intervenir pour fermer leurs signaux, et ainsi produire le débloquage des signaux du poste d'amont, puis pour ouvrir leurs signaux lorsqu'ils ont été eux-mêmes débloqués par le poste d'aval.

Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée. — Les appareils de block-system étudiés et appliqués par le P.-L.-M. sont de deux types.

Le block P.-L.-M. n° 1 n'est appliqué qu'entre Paris-Conflans et Melun, et entre Nice et Menton. Il figurait déjà à l'Exposition de 1889.

Le block P.-L-M. n° 3, étudié en dernier lieu, plus simple et moins coûteux, est progressivement installé sur toutes les lignes à grande circulation.

Les appareils de ces deux systèmes de block réalisent le même programme, qui est le suivant :

En désignant par A, B et C, trois postes consécutifs :

1° Le bras sémaphorique du poste B ne peut être abaissé, pour donner passage à un train se dirigeant vers C, que lorsque l'agent de ce dernier poste l'a débloqué ;

2° Ce même bras sémaphorique se réenclenche automatiquement à l'arrêt lorsque l'agent du poste B le remet dans cette position ;

3° L'agent du poste B ne peut donner voie libre au poste A, pour l'expédition d'un train de A vers B, que si le bras sémaphorique couvrant la section B est à l'arrêt ;

4° Lorsque cet agent a rendu voie libre, il ne peut plus la rendre une seconde fois que s'il a effectué la manœuvre correspondante à l'arrivée d'un train, c'est-à-dire s'il a mis successivement à voie libre et à l'arrêt son bras sémaphorique.

La dépendance entre deux sections consécutives est donc réalisée d'une façon absolue. Les leviers des disques sont de plus enclenchés mécaniquement avec les leviers des bras sémaphoriques correspondants.

Block P.-L.-M. n° 1. — Dans cet appareil, une tige, reliée mécaniquement au levier de manœuvre, est enclenchée, dans la position correspondant à la fermeture du sémaphore, par un verrou vertical. Le dégagement de celui-ci est obtenu par un levier du premier genre qui forme l'épanouissement polaire d'un fort aimant. L'une des extrémités du levier est engagée sous un bouton porté par le verrou ; l'autre extrémité butte (dans la position de fermeture) contre un électro-aimant. Lorsqu'un courant de sens convenable est envoyé dans cet électro-aimant par le poste correspondant, l'extrémité du balancier en contact est repoussée, et l'autre extrémité, sollicitée par un ressort à boudin, soulève le verrou. Le déplacement de la tige, ainsi déverrouillée, produit par l'intermédiaire d'une came la remise en place du balancier, ce qui permet la chute ultérieure du verrou.

Dans le poste d'aval, le bouton, dont la poussée détermine l'envoi du courant produisant le déverrouillage dans le poste d'amont, est enclenché tant que le sémaphore est ouvert. Lorsque celui-ci est fermé, le courant, qui actionne le répétiteur contrôlant

le bon fonctionnement du bras sémaphorique, passe dans un électro-aimant, dont l'armature étant alors attirée déclenche le bouton, ce qui permet, et seulement alors, l'émission du courant de libération. Ce poste d'aval a donc dû fermer ses signaux pour rendre voie libre au poste d'amont. Il n'est pas possible de pousser deux fois de suite le bouton de remise à voie libre. Lorsqu'il a été une première fois poussé, il est retenu dans sa position primitive par un petit verrou qui ne sera dégagé que lors de la mise du sémaphore à voie libre après déblocage par le poste suivant.

Dans ce système de block, les émissions de courant sont produites seulement lorsqu'elles sont nécessaires, au moyen de boutons poussoirs à piston et de contacts à ressort. Cette disposition a l'avantage de ne nécessiter pour les deux voies qu'un seul fil parcouru tantôt par un courant négatif pour la remise à voie libre, tantôt par un courant positif pour l'annonce des trains et la correspondance de poste à poste.

Block-system pour voie unique (système Rodary). — Les appareils du block P.-L.M. n° 1 peuvent être appliqués à la voie unique moyennant quelques modifications.

Block-system P.-L.-M. n° 3. — Les appareils de ce système reposent sur les mêmes principes que ceux du système n° 1 ; le verrou est également déplacé par un levier qui oscille sous l'influence de l'attraction soit d'un aimant, soit d'un électro-aimant antagoniste; les dispositions relatives des organes sont seules modifiées.

Pour l'annonce des trains et l'échange des signaux conventionnels, ces appareils sont combinés avec des sonneries Jousselin, à vingt ou vingt-cinq divisions.

Les appareils de block du P.-L.-M. sont pourvus d'un doigt de déblocage qui permet de déverrouiller lorsque, pour une cause quelconque (mauvais fonctionnement, garage d'un train), il est nécessaire de mettre à voie libre le bras sémaphorique sans avoir reçu voie libre du poste suivant. Après avoir brisé le scellé du doigt de déblocage, le chef de service doit le rétablir aussitôt après la manœuvre.

Dans les gares dont le poste de block est éloigné ou qui ont à effectuer fréquemment des garages de trains, un bouton de déblocage, placé dans une boîte fermée à clef, est installé dans le bureau du chef de service.

A la fin de l'année 1899, la longueur des lignes à double voie du P.-L.-M., munies du block-system, était de 2,574 kilomètres ; le nombre des postes de block, de 794, et le nombre des sonneries Jousselin, installées dans ces postes, de 1,372.

Block-system automatique Hall. — Le P.-L.-M. avait exposé, au Champ de Mars, un modèle et des dessins représentant les appareils de block automatique Hall[1], que cette compagnie a installés à titre d'essai entre Laroche et Cravant (sur environ 45 kilomètres).

Renvoyant, pour les détails de cette installation, à la notice très complète publiée par le P.-L.-M., nous nous bornerons aux indications générales qui suivent.

[1] Dans son système primitif, imaginé vers 1878, M. Thomas-S. Hall employait des contacts électriques reliés aux signaux, chacun par un seul fil isolé. A la même époque, le système dit *Union automatic Electric Signal* avait été mis en essai sur une section d'environ 8 kilomètres d'un chemin de fer des États-Unis. Dans ce dernier système les rails isolés servaient de conducteurs d'aller et de retour au courant électrique agissant sur les signaux. Toute interruption ou un affaiblissement notable (causé par exemple par la présence d'un véhicule) produisaient la mise à l'arrêt des signaux.

Le principe du système exposé est l'emploi de deux files de rails isolées électriquement l'une de l'autre, que les véhicules mettent, par leurs roues et leurs essieux, en communication électrique dans un circuit de voie, isolé des sections contiguës.

Les signaux sont normalement à *voie fermée* et s'effacent automatiquement au passage des trains, à moins qu'un véhicule ou un train ne se trouve sur les rails ou les aiguillages de la voie à parcourir.

Dans les gares, et à la bifurcation de Cravant, la position des aiguilles intervient dans le fonctionnement des signaux. Entre les différentes gares il n'a été installé qu'un poste de pleine voie à une station qui n'a pas à intervenir dans la circulation. Les sections isolées de la voie ont une longueur maxima de 1,200 mètres; on a constaté qu'au delà les déperditions de courant étaient trop fortes.

L'isolement se fait au joint des rails, en interposant entre ceux-ci et les éclisses des fourrures en carton comprimé. Des bagues en carton sont enfilées sur les boulons d'éclisses et une fourrure, également en carton, est interposée entre les deux rails consécutifs. Entre deux joints isolés tous les rails sont reliés, de part et d'autre de chaque éclisse, par un conducteur. Dans certains cas les deux lames d'un aiguillage sont isolées électriquement l'une de l'autre. Les lorrys appelés à circuler sur la voie ont aussi leurs essieux isolés. (Ces essieux sont coupés en deux parties entre lesquelles est intercalée une fourrure en carton.) Les signaux sont absolument automatiques et ne comprennent aucun poids de remontage. Ils sont actionnés par un treuil à petit moteur électrique, construit par la *Crocker-Wheeler Electric C°;* un câble est fixé à la manivelle de manœuvre du signal et s'enroule sur le treuil. Le moteur électrique est actionné par des piles. Le passage du courant dans le moteur enroule le câble et met le signal à voie libre. Le courant étant coupé, la pesanteur agit pour remettre immédiatement le signal à l'arrêt. L'installation a coûté environ 6,500 francs par kilomètre, y compris les signaux et accessoires.

Chemins de fer de Paris-Orléans. — *Appareil d'enclenchement entre les boîtes d'électro-sémaphores* (système Glaume). — Dans cet appareil, une barre, solidaire des boîtes de manœuvre, enclenche mécaniquement la grande aile d'un électro-sémaphore Lartigue, avec le petit bras affecté à la même direction, de telle sorte qu'il n'est possible d'effacer le petit bras et de rendre la voie au poste précédent qu'une seule fois et seulement après avoir mis la grande aile à la position horizontale d'arrêt. Nous rappellerons que la Compagnie d'Orléans a modifié l'électro-sémaphore Lartigue primitif en disposant les commutateurs des boîtes de telle sorte que l'abaissement du petit bras envoie dans le fil de ligne un courant de signe positif qui, passant dans l'électro-aimant Hugues de la boîte du poste d'arrière, renforce considérablement l'attraction de l'aimant.

Des courants induits, ou parasites, devraient donc être de bien plus grande intensité pour déterminer le déclenchement de la grande aile. Si ce déclenchement se produit indûment, c'est-à-dire autrement que par l'effacement du petit bras du poste d'aval, des sonneries se font entendre dans les deux postes.

Chemins de fer du Sud de la France. — *Bâton-pilote électrique* (système de M. A. Chassin, directeur du réseau de la Côte-d'Or). — Le système de M. A. Chassin a pour but d'exploiter par la méthode du pilotage les lignes à voie unique en supprimant la dépense de l'agent pilote, le transport du bâton-pilote étant confié au mécanicien du train. Il permet à plusieurs trains de même sens de se succéder sans exiger le retour du bâton-pilote à la station de départ; enfin il joue le rôle d'un block-system.

Dans chacune des deux stations, situées aux extrémités d'une section AB, est installée une boîte contenant une pièce verticale, constituant un verrou, qui est actionnée par un électro-aimant. Cette pièce est percée de trous pouvant venir en face d'ouvertures de même forme pratiquées dans la face avant de la boîte. C'est dans ces ouvertures que viennent s'engager les extrémités des bâtons. Ces extrémités se terminent en tronc de cône, en arrière duquel sont une gorge circulaire (dans laquelle peut s'engager le verrou) et un ergot de forme variable, afin que chaque bâton ne puisse être introduit que dans une ouverture déterminée de la boîte.

Lorsqu'un bâton est en place, il agit sur un commutateur et coupe le circuit électrique correspondant, circuit qui passe dans les électro-aimants commandant le mouvement vertical des verrous des appareils placés dans les gares A et B. Ces deux appareils sont identiques, et le nombre d'ouvertures qu'ils présentent est égal au nombre des bâtons affectés à la section et au double du nombre des trains de même sens que l'on veut pouvoir faire circuler consécutivement. Au début de la mise en exploitation, la moitié des bâtons se trouve dans la boîte de A, l'autre moitié dans la boîte de B. Dans cette situation, tous les circuits sont coupés et l'un quelconque des bâtons peut être retiré de l'une des boîtes. Mais, dès que l'un des bâtons est retiré, le circuit qui lui correspond se ferme et envoie son courant dans les électro-aimants des deux boîtes A et B. Ceux-ci déplacent les pièces verticales qui verrouillent tous les autres bâtons. Il faut que le bâton retiré soit replacé dans l'ouverture qui lui correspond de l'une ou l'autre des deux boîtes, pour que, le circuit étant de nouveau coupé, le déverrouillage se produise dans les deux boîtes. Il n'est donc pas possible de retirer des deux boîtes correspondantes plus d'un bâton.

On voit que, dans ce système, l'envoi d'un courant doit être maintenu sans interruption pendant tout le temps du verrouillage.

Comme précaution supplémentaire, et afin de bien engager la responsabilité du chef de la station, chaque bâton est maintenu en place dans la boîte par une targette qu'immobilise un cadenas dont le chef de la station a seul la clef. Les boîtes contiennent une sonnerie, actionnée par une pile spéciale, qui tinte tant qu'un courant, passant dans l'électro-aimant, engage le verrou dans les gorges du bâton. Les stations sont d'ailleurs reliées par des téléphones, afin que les agents puissent correspondre entre eux.

6° Appareils divers se rapportant à la voie.

Chemins de fer de l'État. — *Taquet d'arrêt métallique enclenché avec une lame d'aiguille.* — Pour éviter qu'un wagon lancé sur une voie de garage, aboutissant à une voie en pente, ne soit pas arrêté par un simple taquet d'arrêt métallique, la continuité du rail sur lequel est posé ce taquet est interrompue par l'intercalation d'une lame d'aiguille.

Cette lame est reliée au taquet par l'intermédiaire d'un col de cygne, d'un renvoi d'équerre et d'une bielle, de telle sorte que, quand le taquet est relevé, la lame est écartée du rail et si un wagon vient à franchir le taquet il déraille.

Lorsque le taquet est abaissé, la lame adhère au rail contre-aiguille et assure la continuité de la circulation sur la voie de garage.

Chemins de fer du Midi. — *Arrêts et buttoirs.* — Les arrêts mobiles métalliques, système Montagne, placés sur les voies secondaires, sont destinés à arrêter les wagons mis intempestivement en mouvement. Ils sont formés d'une forte tôle, qui, dans la position d'arrêt, se dresse verticalement au-dessus et dans l'axe du rail, et est découpée suivant un profil courbe afin de ne pas arrêter brusquement le véhicule. Pour donner libre passage, la tôle est renversée en dedans de la voie. Sur les voies fréquentées, deux arrêts sont disposés vis-à-vis l'un de l'autre, un sur chaque file de rails.

Pour certaines applications, la tôle est repliée d'un côté, de telle sorte que les véhicules circulant dans l'un des deux sens s'ouvrent passage en déterminant eux-mêmes le renversement de l'arrêt.

Chemins de fer de Paris-Orléans. — *Chariot électrique sans fosse*[1]. — Ce chariot se compose de deux trucks : l'un reçoit le véhicule à manœuvrer, l'autre porte la dynamo qui reçoit le courant par un trolley et commande soit la translation, soit le halage.

Chemins de fer de l'Est et du Midi. — *Ponts à bascule.* — L'Est et le Midi ont exposé des ponts à bascule sans appareil de calage, dont la charpente métallique et le mécanisme sont assez robustes pour permettre le passage d'une locomotive.

On évite ainsi la complication d'un appareil de calage et la pose de signaux d'arrêt souvent forcés.

Chemins de fer de l'Est. — *Grue de gare.* — L'Est exposait une de ses grues de gare, de 10 tonnes de puissance et à volée de 5 m. 100. Ce type de grue n'exige pas de fondation. Le pivot est calé dans le moyeu d'un plateau de 4 m. 80 de diamètre, simplement posé sur un sol résistant. Le mécanisme est à double vitesse. Il n'est possible de produire le changement de vitesse qu'après avoir serré le frein; un cliquet s'oppose pendant la montée au retour en arrière des manivelles et pendant la descente au frein l'arbre à manivelles est débrayé et, par suite, reste immobile.

[1] La description se trouve dans le numéro de décembre 1890 de la *Revue générale des Chemins de fer.*

IMPRIMERIE NATIONALE.

Chemins de fer de l'État. — *Clôture métallique.* — Cette clôture, spéciale pour les gares, est constituée par des panneaux de 2 mètres de longueur, boulonnés sur des montants en fer à T, fixés dans le sol sans fondation. Chaque panneau est formé de deux lisses en petites cornières, dans lesquelles passent des barreaux en fer creux demi-ronds. Les panneaux et les montants sont préparés à l'avance à l'atelier, les poseurs de la voie peuvent en effectuer le montage sans ouvriers spéciaux.

Le poids total, par mètre courant, est de 18 kilogrammes.

Les portillons sont constitués des mêmes éléments, mais attachés à des poteaux faits en vieux rails.

Peignon. — *Clôtures économiques.* — Les treillages Peignon sont formés d'échalas en châtaignier fendus ou sciés, maintenus au moyen de câbles en fil de fer galvanisé. Les câbles sont fixés sur les échalas par de petits crampons en acier.

Ces clôtures sont de plusieurs modèles, à 2, 3 ou 4 cours de câbles, à échalas de longueur uniforme ou variable, de section triangulaire ou quadrangulaire.

Dans certains modèles, la clôture est surmontée par un ou plusieurs cours de ronce artificielle; elle peut, au besoin, être protégée au pied par un grillage métallique.

Société générale des Chemins de fer économiques. — Cette société exposait quatre tableaux montrant les dispositions prises pour l'entrée des lignes à voie de 1 mètre dans les gares communes, en utilisant la plate-forme de la ligne à voie large déjà existante. Ces dispositions permettent d'utiliser les quais à voyageurs ou à marchandises, indifféremment pour les trains des deux lignes.

Société métallurgique de Gorcy. — Cette exposition comprenait : une plaque tournante de 5 m. 500, du type Est, avec cuvelage en fonte de 0 m. 85 de hauteur et plateau supérieur en fer.

Aiguillage à deux voies en rails Vignole, de 44 kilogrammes, du type de la Compagnie de l'Est, avec boîte de manœuvre. Les tirefonds, boulons d'assemblage, ferrures et coussinets de l'aiguillage sont fabriqués par la Société métallurgique de Gorcy.

Aiguillage à deux voies de 1 mètre, en rails de 20 kilogrammes, montés sur traverses métalliques du système Boyenval et Ponsard. Cet aiguillage est destiné à la ligne du Sénégal au Niger des Chemins de fer du Soudan français.

Anspects du système Cito et Funck pour le redressement des voies. (Cet appareil est décrit à propos de l'Exposition du grand-duché de Luxembourg.)

Chaîne galvanisée torse (type Est), pour appareils à signaux.

Magnard et Cie. — MM. Magnard et Cie, à Fourchambault, exposaient des appareils de voie parmi lesquels nous citerons :

Un pont tournant de 17 mètres;

Un appareil Vignier modèle P.-L.-M., à 8 leviers, avec enclenchements par verrous;

Un appareil Vignier modèle P.-L.-M., à 10 leviers, avec enclenchements par taquets;

Une plaque tournante, de 2 m. 70 de diamètre, pour voie de 1 mètre, à cuvelage en fonte et plancher en tôle striée.

Indicateurs-contrôleurs fixes de vitesse. — Chemins de fer de l'Est. — *Contrôleur-enregistreur de la Compagnie de l'Est.* — Le contrôleur-enregistreur de l'Est est portatif. Ses divers organes, contenus dans une boîte, sont : une pile sèche, un mouvement d'horlogerie faisant tourner uniformément un tambour recevant une bande de papier et un mouvement de sonnerie électrique dont le marteau est muni d'une pointe. Deux pédales sont fixées au moyen d'un montage à ressort contre l'un des rails de la voie, à une distance de 20 mètres l'une de l'autre, et sont reliées par des fils au contrôleur. Le passage d'une roue, en abaissant la première pédale, établit un courant qui déclenche le mouvement du tambour et met en mouvement le marteau; le passage sur la deuxième pédale coupe le circuit et arrête le tambour et le marteau. Mesurée au moyen d'une échelle graduée, la longueur de la file de points percés par le marteau donne la vitesse du train.

Chemins de fer de Paris-Orléans. — *Enregistreur semi-fixe de la vitesse des trains de la Compagnie d'Orléans*[1]. — Cet appareil, étudié par MM. Sabouret et du Fromental, peut s'installer en un point quelconque de la voie. Il indique la vitesse et l'heure du passage de tous les trains de même sens, en l'inscrivant sur la bande enroulée autour d'un cylindre faisant sa révolution en 24 heures. Cet appareil est actionné par des pédales électriques.

Chemins de fer de l'État. — *Appareil pour l'unification de l'heure.* — Cet appareil se compose : 1° d'une boule métallique pouvant glisser librement sur une tige verticale et armée à sa partie inférieure d'un ressort qui établit, en tombant, un courant de relais;

2° D'un électro-aimant dont l'armature retient la boule au haut de la tige;

3° D'un contact électrique placé sous le cadran d'une horloge régulatrice qui, chaque jour, ferme le courant à une heure déterminée;

4° D'un commutateur de dérivation qui permet de mettre l'horloge régulatrice en relation par le fil omnibus du télégraphe avec la première horloge sans interrompre les communications télégraphiques.

Lorsque l'horloge régulatrice établit le contact à l'heure déterminée, le courant passe directement dans l'électro-aimant de la première horloge à régler; la boule, abandonnée par le bras de l'armature qui se trouve déplacé tombe, le courant de relais s'établit, passe dans le fil de ligne avec lequel il est en communication et arrive dans l'horloge de la gare suivante par le premier fil en dérivation. Le coup de timbre de l'horloge et la sonnerie du télégraphe annoncent la chute qui établit le courant avec le second fil, sans actionner la sonnerie du côté du poste. Le courant passe alors dans le fil de ligne pour actionner la boule de la gare suivante et ainsi de suite, de gare en gare.

[1] La description de cet enregistreur se trouve dans le numéro de septembre 1891 de la *Revue générale des Chemins de fer.*

L'instant de la chute de la boule est attendu par l'agent chargé de mettre l'horloge de la gare à l'heure envoyée par l'horloge régulatrice.

Outillage pour l'entretien des voies. — Chemins de fer de l'État. — *Règle de pose* système Algoud. — La règle imaginée par M. Algoud, chef de district, permet de mesurer l'écartement des rails d'une voie, le surhaussement du rail extérieur dans les courbes et l'inclinaison des rails sur la verticale.

Elle est composée de deux tubes en acier dont les extrémités filetées sont réunies par un manchon. Un index solidaire des tubes indique sur une réglette graduée en millimètres les différents écartements des rails.

Un pendule, oscillant sur un secteur gradué, permet de déterminer l'inclinaison de la règle. La plaquette portant ce pendule est découpée vers l'intérieur de l'appareil à l'inclinaison de 1/20, ce qui permet de vérifier l'inclinaison du rail en retournant la règle.

Chemins de fer du Midi. — *Sabot relève-voie,* système Garry, à vis manœuvrée par une clef mobile. — Ce sabot ne pèse que 11 kilogrammes et ne présente pas de saillie au-dessus de la voie lorsque la clef a été enlevée.

Règle de pose, système Gisquet. — Cette règle, munie de palettes mobiles, sert à mesurer l'écartement des rails et des bandages des roues des véhicules et à vérifier le dévers de la voie.

A. Collet. — *Appareils divers.* — M. Collet exposait : un trénailleur électrique pour la pose rapide des trénails, composé d'un petit moteur électrique commandant, par l'intermédiaire d'un arbre flexible et de roues d'angle, une clef à douille que l'on monte sur la tête des différents outils à trénailler; un chariot électrogène comprenant une dynamo actionnée par un petit moteur à pétrole de quatre chevaux, et différents dynamomètres hydrauliques pour mesurer la résistance des tirefonds à l'arrachement et la résistance des voies à l'écartement des rails et au ripement transversal.

Locomotives.

Locomotives exposées. — Sur 15 locomotives à vapeur à voie normale exposées dans la Section française, les 14 locomotives suivantes se trouvaient à Vincennes :

Chemins de fer de l'État : 1° Une locomotive GV, n° 2805, compound à 4 cylindres, système Vauclain, à 2 essieux accouplés et bogie, tender à bogies, construite par les ateliers Baldwin à Philadelphie;

2° Une locomotive GV, n° 2754, à simple expansion, à 2 essieux accouplés et bogie, tender à 2 essieux, construite par les ateliers Schneider, au Creusot;

3° Une locomotive tender-fourgon, n° 0.247, pour trains légers, à simple expansion, à 2 essieux accouplés et essieux porteurs AV et AR, construite dans les ateliers de la Société franco-belge, à Raismes.

Compagnie des Chemins de fer de l'Est : Une locomotive GV, n° 2411, compound à 4 cylindres, à deux essieux accouplés et bogie, avec tender à 3 essieux, construite dans les ateliers de la Compagnie, à Épernay.

Compagnie des Chemins de fer du Midi : 1° Une locomotive GV n° 1765, compound à 4 cylindres, à 2 essieux accouplés et bogie, tender à 3 essieux, construite par MM. Schneider et Cie, au Creusot ;

2° Une locomotive mixte n° 1301, compound à 4 cylindres, à 3 essieux accouplés et bogie, tender à deux essieux, construite par la Société alsacienne de constructions mécaniques, à Belfort;

3° Une locomotive mixte, n° 1802, compound à 2 cylindres, à 3 essieux accouplés et 1 porteur, construite dans les ateliers de la Compagnie du Midi.

Compagnie du Chemin de fer du Nord : une locomotive GV, n° 2643, du type Atlantic, compound à 4 cylindres, avec tender à bogies, construite par les ateliers de Belfort de la Société alsacienne de constructions mécaniques.

Compagnie des Chemins de fer d'Orléans : une locomotive GV, C n° 20, compound à 4 cylindres, à 2 essieux accouplés et bogie, tender à 3 essieux, construite par la Société française de constructions mécaniques, anciens Établissements Cail.

Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest : 1° une locomotive GV, n° 533, compound à 4 cylindres, à 2 essieux accouplés et bogie, construite dans les ateliers de la Compagnie;

2° Une locomotive GV, n° 951, à simple expansion, à 2 essieux accouplés et bogie, également construite dans les ateliers de la Compagnie;

3° Une locomotive-tender, n° 3712, pour trains de grande banlieue, à 3 essieux accouplés et bogie construite dans les ateliers Schneider et Cie, au Creusot.

Compagnie de Fives-Lille : une locomotive à marchandises n° 128, à 4 essieux accouplés et bissel AV, compound à 2 cylindres. Cette locomotive, qui était munie d'un tender monté sur 2 bogies à 2 essieux, est destinée aux Chemins de fer de l'Est-Chinois.

Société de construction des Batignolles : une locomotive GV, C. 91, compound à 4 cylindres, à 2 essieux accouplés et bogie, destinée à la Compagnie des Chemins de fer de P.-L.-M.

Société anonyme de travaux Dyle et Bacalan : un tender séparé, à 2 essieux, n° 3520, de 10 mètres cubes de capacité et d'un poids à vide de 13,310 kilogrammes, destiné à la Compagnie des Chemins de fer de P.-L.-M.

De plus, MM. Schneider et Cie exposaient dans leur pavillon, au Champ de Mars : une locomotive GV n° 1, système Thuile, à simple expansion, 2 essieux accouplés, bogie AV à 2 essieux et bogie AR à 3 essieux. Cette locomotive était munie d'un tender monté sur deux bogies à 2 et 3 essieux.

Le matériel de traction pour chemins de fer à voie étroite était représenté par 4 locomotives pour voie de 1 mètre.

Chemins de fer de l'État : une locomotive-tender T.V. n° 1, à simple expansion et à 3 essieux accouplés.

Cette locomotive, destinée aux tramways de la Vendée, a été construite par la Société nouvelle des Établissements Decauville aîné.

Ateliers Veuve Corpet et L. Louvet : une locomotive-tender n° 54, à simple expansion et à 3 essieux accouplés, destinée aux Chemins de fer économiques du Sud-Est.

Société nouvelle des Établissements Decauville aîné : une locomotive-tender à simple expansion et à 3 essieux accouplés, destinée au Chemin de fer de Toulouse à Boulogne-sur-Gesse.

Compagnie des Chemins de fer de Dakar-Saint-Louis : une locomotive à 3 essieux accouplés, à simple expansion, munie d'un tender à 3 essieux, construite par la Société de Construction des Batignolles.

3 locomotives électriques pour voie normale étaient exposées :

Compagnie des Chemins de fer d'Orléans : une locomotive à 4 essieux moteurs disposés en deux bogies, destinée à la ligne Quai d'Orsay-Place Valhubert, et construite par la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.

Compagnie des chemins de fer de P.-L.-M. : une locomotive à 3 essieux, dont deux moteurs.

Ateliers du Creusot : une locomotive électrique à 4 essieux moteurs rigides.

Pièces détachées pour locomotives. — La Société française de constructions mécaniques (anciens Établissements Cail) exposait une chaudière pour locomotive compound à 4 cylindres, à 3 essieux accouplés et bogie, pour la Compagnie de P.-L.-M.

Appareils divers, modèles, dessins, photographies. — A. Mallet. — *Locomotives compound.* — Cette exposition comprenait, au Champ de Mars, un panneau de photographies et dessins des divers types de locomotives compound, étudiées par M. Mallet, depuis 1876 jusqu'aux plus récentes applications.

M. Mallet appliqua le premier le système compound aux locomotives; des machines de son système furent mises en service en 1876, sur le chemin de fer de Bayonne à Biarritz. Il réalisa, ensuite, en 1887, le type bien connu de locomotive compound à trains articulés et à adhérence totale. Six locomotives de ce dernier type étaient en service sur le chemin de fer Decauville de l'Exposition de 1889. Environ 400 compound articulées Mallet sont actuellement en service sur des voies dont l'écartement varie de 0 m. 60 à 1 m. 525. Trois de ces locomotives, destinées à des voies larges, figuraient

à l'Exposition de 1900 : dans la Section allemande, une locomotive 4/5 exposée par les Ateliers Maffei, à Munich; dans la Section hongroise, une locomotive 4/4, exposée et construite par les Chemins de fer de l'État hongrois et, dans la Section russe, une locomotive 6/6, exposée par les Usines de Briansk.

La maison Veuve Corpet et L. Louvet, à Paris, exposait à Vincennes, en plus de la locomotive 3/3 n° 54, un panneau contenant 12 photographies des principaux types de locomotives à voie étroite construits dans ses ateliers pour diverses compagnies de chemins de fer d'intérêt local;

Et au Champ de Mars : deux modèles de locomotives établis au 1/5;

1° Locomotive-tender à 3 essieux accouplés et essieu radial AR, poids à vide : 16 tonnes. Type des chemins de fer départementaux de la Meuse, du Pas-de-Calais et de l'Oise;

2° Locomotive-tender à 2 essieux accouplés, à balanciers système Brown, étudiée pour les exploitations de mines et de carrières.

Systèmes de distribution. — Chemins de fer de l'État. — *Distribution à tiroirs cylindriques et à échappement indépendant,* système Berth. — Dans ce système, les boîtes d'admission et d'échappement sont séparées et les distributeurs commandés chacun par un mécanisme distinct. Les tiroirs cylindriques sont munis de segments simples, d'une construction analogue à ceux des pistons moteurs. Le changement de marche et le changement de détente se font par deux barres distinctes. Cette distribution est présentée comme offrant les avantages suivants : prolongement de la période de détente, diminution de la compression, réduction des espaces morts, augmentation des orifices d'admission et d'échappement, purge des cylindres par l'échappement.

M. Guédon. — *Modèle de distribution par tiroirs cylindriques à recouvrements variables pour l'échappement anticipé et la compression.* — Ce mode de distribution a pour but de réduire les compressions qui se produisent principalement aux courtes admissions dans les distributions par coulisse ou Walschaerts.

M. Guédon découpe en hélice du côté de l'évacuation les lumières de la table et les bords des bagues de tiroirs cylindriques, le côté de l'admission restant tracé perpendiculairement à l'axe du tiroir, de manière à faire varier, à volonté, les recouvrements à l'évacuation en faisant tourner le tiroir autour de sa tige.

M. Panoux, à Valladolid. — *Modèle de distribution à grande détente pour locomotives.* — Ce système de distribution, qui rappelle la détente Meyer, comprend une bague de détente qui se place à l'intérieur d'un tiroir cylindrique et est commandée par une tige spéciale conduite par la coulisse.

On trouvait, en outre, exposés au Champ de Mars : un dessin de projet de locomotive compound à grande vitesse de M. Morandière, et quelques modèles de locomotives diverses parmi lesquels nous citerons :

M. Blanc, à Marseille, modèle au 1/25 d'une locomotive de la Compagnie P.-L.-M., munie par l'auteur du modèle de tiroirs cylindriques et d'une distribution de Gooch.

M. Legeay, mécanicien à la Compagnie d'Orléans, modèle au 1/20 d'une locomotive de cette Compagnie;

M. Saint, à Dieppe, modèle d'une locomotive à 3 essieux couplés.

Matériel à voyageurs.

Voitures exposées. — La section française comprenait 29 voitures pour voie normale, dont 23 figuraient à Vincennes.

Chemins de fer de l'État : 1° une voiture de 1re classe Alz 283, à intercirculation et à 2 essieux, de 24 places;

2° Une voiture de 2e classe Bz 1683, à intercirculation et à 2 essieux, de 48 places;

3° Une voiture de 3e classe Cfz 2413, à intercirculation et à 2 essieux, de 70 places.

Ces trois voitures ont été construites dans les ateliers de la Société anonyme de Travaux Dyle et Bacalan, à Bordeaux.

Chemins de fer de l'Est : 1° une voiture de 1re classe Ax 235, à intercirculation et à 2 essieux, de 24 places, construite dans les ateliers de la Compagnie, à Paris-La Villette;

2° Une voiture de 2e classe Bx 2524, à intercirculation et à 2 essieux, de 40 places, construite dans les ateliers de la Compagnie, à Paris-La Villette;

3° Une voiture de 3e classe Cx 5713, à couloir partiel et à 2 essieux, de 50 places, également construite dans les ateliers de la Compagnie, à Paris-La Villette;

4° Un fourgon à bagages, à 2 essieux, Df 7147, construit dans les ateliers de la Compagnie, à Romilly.

Chemins de fer du Midi : une voiture de 1re classe AAz 602, à couloir partiel et à 2 essieux, de 38 places, construite dans les ateliers de la Compagnie.

Chemin de fer du Nord : une voiture de 1re classe Ay 127, à bogies et à intercirculation, de 42 places, construite par la Compagnie générale de Construction, à Saint-Denis.

Chemins de fer d'Orléans : 1° une voiture de 1re classe à intercirculation et à 2 essieux, APw 1036, offrant 36 places, construite par la Société franco-belge, à Raismes;

2° Une voiture de 2e classe à couloir partiel et à 2 essieux BBS 964, de 58 places, construite également par la Société franco-belge, à Raismes;

3° Une voiture de 3e classe à couloir partiel et à 2 essieux CCS 992, de 74 places, construite par la Compagnie Française, à Ivry.

Chemins de fer de l'Ouest : 1° une voiture de 1re classe A 2340, à couloir partiel et à 2 essieux, contenant 24 places, construite par MM. Desouches, David et Cie, à Pantin;

2° Une voiture de 2e et 3e classes à couloirs partiels alternés et à 2 essieux, BC 2002, contenant 50 places et construite dans les ateliers de la Compagnie;

3° Une voiture de 2e classe B. 9040 à 2 essieux et couloir central, construite dans les ateliers de la Compagnie et destinée aux services de banlieue.

Chemins de fer de P.-L.-M. : 1° une voiture de 1re classe à lits-salon n° 32, à bogies et à intercirculation, de 14 places, construite par E. Chevalier, à Paris;

2° Une voiture de 1re classe de 42 places n° A. 207, à bogies et à intercirculation, construite par la Compagnie française de matériel, à Ivry;

3° Une voiture de 3e classe CC. 13960, à 3 essieux et à couloir latéral partiel, de 58 places, construite par la Société nouvelle des Établissements de l'Horme et de la Buire.

Compagnie internationale des Wagons-lits et des grands express européens : une voiture-lits 778 A, à bogies et à intercirculation, de 16 places, construite par la Compagnie générale de Construction, à Saint-Denis, et destinée aux Services de l'Égypte.

Compagnie des chemins de fer de Bône-Guelma et prolongements : une voiture de 1re, 2e, 3e classes et fourgon ABCDF 106, de 78 places, montée sur 2 bogies à 2 essieux et pourvue d'une galerie ouverte faisant communiquer les compartiments, construite par la Compagnie française, à Ivry.

MM. de Dietrich et Cie, à Lunéville : 1° une voiture de 1re classe, salon-lits et fourgon ALDY 23, à intercirculation et à bogies, de 17 places, destinée à la Compagnie du chemin de fer du Nord;

2° Une voiture de 1re classe avec compartiment à lits, Ax 69, à intercirculation et à 2 essieux, de 18 places, destinée à la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

Société anonyme de travaux Dyle et Bacalan : une voiture de 3e classe CCF 34.347, à compartiments séparés et à 2 essieux. Cette voiture, d'une contenance de 80 places, est munie de 2 guérites et destinée à la Compagnie du chemin de fer de Paris-Orléans.

La Section française comprenait, au Champ de Mars, deux voitures pour voie normale :

MM. Desouches, David et Cie, à Pantin : une voiture de 2e et 3e classes, BBC 9743, à 2 étages et à 2 essieux, d'une contenance de 80 places, destinée à la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

Société franco-belge : une voiture de 1re et 2e classes AAC 9510 du même type que la voiture précédente et également destinée à la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

La Compagnie des Wagons-lits exposait dans un pavillon spécial, au Trocadéro, 4 voi-

tures à intercirculation et à bogies composant le train transsibérien : 1° wagon-restaurant n° 722; 2° wagon-restaurant n° 723; 3° salon-lits n° 725; 4° salon à terrasse n° 724.

Ces voitures ont été construites par la Compagnie générale de Construction, à Saint-Denis.

10 voitures à voyageurs pour voie étroite de 1 mètre étaient exposées : 4 à Vincennes et 6 au Champ de Mars.

Matériel exposé à Vincennes. — Chemins de fer de l'État : Voiture mixte de 1re et 2e classes AB. 1, à 2 essieux, contenant 35 places; construite par Carel aîné, Fouché et Cie, au Mans, et destinée aux tramways de la Vendée.

Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest : Voiture de 1re et 2e classes ABf 85, à bogies, contenant 36 places. Cette voiture, construite par de Dietrich et Cie, à Lunéville, est destinée au réseau breton.

Société nouvelle des Établissements Decauville aîné : Voiture mixte de 2e classe, fourgon et compartiment-poste, à 2 essieux, renfermant 7 places et destinée aux tramways de l'Isère.

Société anonyme de la Carrosserie industrielle : Voiture de 2e classe, B 21, à 2 essieux, contenant 25 places et destinée aux tramways du département de l'Aude.

Matériel exposé au Champ de Mars. — Société nouvelle des Établissements de l'Horme et de la Buire : Voiture-salon à bogies, de 18 places, destinée à la Compagnie impériale des chemins de fer éthiopiens.

Société nouvelle des Établissements Decauville aîné : 1° Voiture de 1re et 2e classes, à bogies, de 40 places, destinée aux tramways de l'Isère.

2° Voiture de 3e classe, à 2 essieux, contenant 22 places et destinée aux chemins de fer éthiopiens.

De Dietrich et Cie, à Lunéville : Voiture de 1re, 2e et 3e classes, à bogies, de 54 places, destinée aux chemins de fer départementaux des Charentes.

Société anonyme de la Carrosserie industrielle : Voiture de 1re et 2e classes, à 2 essieux, de 25 places, destinée aux tramways de l'Aude.

Société anonyme de travaux Dyle et Bacalan : Voiture de 1re classe, à 2 essieux, de 19 places, destinée au chemin de fer de Dakar-Saint-Louis.

Pièces détachées pour voitures de chemins de fer. — N. Coulaud et Cie. — MM. N. Coulaud et Cie exposaient : une porte coulissante suspendue par deux galets fixés à la partie supérieure et roulant sur un petit rail; la portière est guidée en bas par une règle métallique.

Portière à charnières avec serrure Coulaud entaillée dans le montant de porte; la serrure est munie de deux poignées, l'une extérieure et l'autre intérieure, celle de l'intérieur doit être abaissée pour ouvrir.

Cette portière est munie d'un store Coulaud avec traverse inférieure permettant de régler son développement.

Portière à charnières avec serrure en saillie à l'intérieur et poignées extérieure et intérieure. La poignée de l'intérieur doit être levée pour ouvrir.

Cette portière est munie d'un store ordinaire sans dispositif d'arrêt.

Une vitrine contenant : des serrures pour portières s'ouvrant de l'intérieur du compartiment, des stores dont le mouvement ascendant est produit par un ressort à lames enroulé dans un barillet, des accessoires de stores et différentes pièces de cuivrerie employées dans les voitures à voyageurs telles que : loqueteaux, poignées, supports de mains courantes, supports et boutons d'arrêt de stores, supports de filets à bagages, etc.

Delabie et Laurens. — *Cuivreries.* — MM. Delabie et Laurens exposaient des pièces en laiton, bronze, bronze de nickel et laiton nickelé utilisées dans les voitures de chemins de fer et de tramways, telles que : mains courantes, loqueteaux, verrous, charnières, loqueteau automatique, serrure automatique à double sûreté, etc.

Carénou. — *Cuivreries.* — M. Carénou exposait différentes pièces en laiton et bronze de nickel utilisées dans la construction des voitures de chemins de fer, telles que : poignées montoires et poignées de portières; charnières pour portières et portes intérieures, équerres-repos et poussettes pour châssis de glace, porte-chapeaux, supports de filets, cendriers en laiton et en bronze de nickel; cercles de lanterne et stores pour voitures et omnibus.

L. Labbé. — *Fermeture pour portières.* — M. L. Labbé exposait deux portières avec fermeture automatique de sûreté.

Dans ce système, tout le mécanisme de fermeture est fixé sur le pied d'entrée; il comprend une poignée de manœuvre intérieure fixée à 1 m. 50 environ au-dessus du plancher et un levier oscillant servant à ouvrir la portière de l'extérieur.

Un dispositif spécial à galet forme repos de la portière dans son logement et l'empêche de s'affaisser sur ses gonds.

Un des modèles présenté était muni d'un loqueteau de sûreté manœuvrable de l'intérieur.

Lallement et Cie — *Coussins et sièges à ressorts.* — Cette exposition comprenait notamment :

Des modèles de coussins et de dossiers ayant reçu des applications sur des voitures de quatre grands réseaux français.

Un coussin réversible à lames articulées, pouvant se placer sur l'une quelconque de ses faces.

Coussin démontable permettant de changer en peu de temps des lames avariées.

Les coussins et dossiers système Lallement sont établis avec des bandes d'acier laminé de 30 à 40 millimètres de large sur 0 mm. 5 à 0 mm. 8 d'épaisseur, recourbées à leurs deux extrémités de façon à former un œil dans lequel passe la tringle qui les maintient. Ces ressorts sont recouverts d'une garniture tendue ou capitonnée; ils sont rendus inoxydables par une couche de vernis au four.

Genot et Clairdent. — *Ferrures.* — Cette exposition comprenait environ 150 pièces forgées des types en usage dans la construction du matériel roulant, telles que : crochet de traction, supports de suspension, arbres à leviers pour freins, vis de frein, timonerie de frein, ferrures pour caisses de wagons, etc.

Société Dyle et Bacalan. — *Ressorts.* — La société anonyme de travaux Dyle et Bacalan exposait au Champ de Mars des échantillons de ressorts à boudin, en spirale, système Timmis, à lames et à pincettes, employés pour la suspension et les appareils de choc et de traction des voitures de chemins de fer et de tramways, ainsi que des photographies de tenders, voitures et wagons construits dans les ateliers de la société.

E. Neveu et fils. — *Passementeries.* — Cette exposition comprenait une série importante d'échantillons de passementeries, galons et moquettes employés pour les garnitures intérieures des voitures de chemins de fer et de tramways : tirants de châssis de glace, galons de bordure, galons de couture, rideaux avec monogrammes, embrasses, cordons, tapis, etc. Cette exposition comprenait les divers types de galons et moquettes employés par les grandes compagnies françaises dont MM. Neveu sont les fournisseurs.

Adt frères. — *Carton durci.* — MM. Adt frères, à Pont-à-Mousson, exposaient différents types de garnitures d'obturateurs de boîtes à huile en carton durci et une série de panneaux en carton durci pour le garnissage des parois intérieures des voitures.

Certains de ces panneaux, laqués, imitent des bois d'essences diverses, d'autres en carton brut de dimensions atteignant jusque 3 m. 100 sur 1 m. 800 sont destinés à être recouverts des matières de garnissage ordinaires.

Société anonyme française de peintures laquées et d'enduits sous-marins. — *Peintures.* — Cette société exposait une série de panneaux de voitures à voyageurs peints avec les laques françaises « Ripolin ». Divers panneaux démonstratifs indiquaient les modes d'application de ces laques, aujourd'hui très employées pour la peinture des tôles à panneaux du matériel de chemins de fer et tramways.

E. Dufour. — *Décorations transportables.* — Cette exposition comprenait différents panneaux en tôle et en bois recouverts des inscriptions courantes usitées dans les chemins de fer et la carrosserie, obtenues en une ou plusieurs couleurs par décalcomanie et imitant la peinture à la main.

M. Boucher. — *Garde-place.* — M. Boucher exposait un appareil destiné à permettre aux voyageurs de marquer leur place dans les voitures.

Un ticket introduit dans l'appareil indique à partir de quel point du parcours la place occupée se trouve libre.

Appareils de chauffage et d'éclairage. — T. Gallet. — *Chauffage des voitures par thermo-siphon.* — L'exposition de M. Gallet comprenait :

Des spécimens de chaudières de thermo-siphon, des dessins de montage des appareils de chauffage dans des voitures de chemins de fer et des graphiques de résultats d'essais.

Le système Gallet est décrit dans le chapitre relatif au chauffage des voitures de chemins de fer.

M. Lancrenon. — *Chauffage des voitures par la vapeur et l'air comprimé combinés.* — Cette exposition comprenait un tableau montrant les dispositions adoptées sur les locomotives et voitures de la Compagnie de l'Est ainsi que des coupes des organes de robinetterie et des accouplements métalliques.

Ce système est également décrit dans le chapitre relatif au chauffage.

MM. Grouvelle et Arquembourg exposaient les appareils et objets suivants :

Purgeur automatique. — Ce purgeur est composé d'une enveloppe cylindrique en fonte ou en bronze contenant un soufflet en cuivre rempli d'oléonaphte. La partie inférieure de ce soufflet porte une soupape qui s'applique sur son siège lorsque la vapeur arrivant dans l'appareil fait dilater l'oléonaphte.

Ces purgeurs doivent être réglés suivant les usages auxquels ils sont destinés.

Robinets jauges pour chauffage à la vapeur. — Ces robinets sont du type à pointeau; le siège du pointeau, amovible, est percé d'un orifice réduit par lequel la vapeur se détend et pénètre sans pression dans les appareils de chauffage. Cette disposition permet de régler le débit.

Raccords « Velox » pour joints de tuyaux en cuivre. — Ce joint est obtenu en pressant l'une contre l'autre, par deux brides ou par des raccords à écrous, les extrémités des deux tuyaux mandrinées de façon à former un sertissage extérieur de section demi-circulaire.

Calorifuge pour conduites de vapeur ou d'eau. — Ce calorifuge se compose de 3 ou 4 couches de papier ondulé enroulé autour de la tuyauterie à protéger.

MM. Gillet, Forest et Cie exposaient des appareils de chauffage et d'éclairage en usage dans les compagnies de chemins de fer. Les principaux de ces appareils sont les suivants :

Lampe et lanterne, système Lafaurie et Potel, à bec rond brûlant l'huile de colza sans cheminée en verre. Lampe et lanterne à main à pétrole, à bec Lasky, brûlant sans cheminée en verre. Bec à pétrole Lasky, brûlant sans cheminée en verre. Bec à pétrole

rond, à spirale, à mèche montant sans mécanisme à crémaillère et ne pouvant laisser suinter le pétrole.

Appareils Granier pour mesurer l'inflammabilité des pétroles.

Chaufferette à l'acétate de baryte pour le chauffage des voitures de chemins de fer ou particulières (ce système est décrit dans le chapitre relatif au chauffage des voitures de chemins de fer). Chaufferettes à eau bouillante, et chaufferettes pour le chauffage des voitures par la vapeur ou par thermo-siphon. Fourneaux pour chauffage par thermo-siphon.

Des tampons graisseurs et des rondelles obturatrices pour boîtes à graisse, des tapis en crin pour compartiments ou couloirs de voitures de chemins de fer, des ventilateurs torpilles et des stores automatiques pour portières.

MM. Guichard et Cie exposaient diverses lanternes à huile et à pétrole pour signaux de voie, avant de locomotives, arrière de trains, pour éclairage de quais, pour éclairage de voitures de chemins de fer et de tramways et notamment :

Lanternes à huile à bec rond à porte-mèche mobile brûlant avec ou sans cheminée en verre, système Faucon.

Lanterne de signal de côté, au pétrole, de la Compagnie de l'Ouest, permettant d'obtenir à l'arrière des feux de diverses couleurs.

Lanternes de voitures pour lampes électriques (type de la Compagnie de l'Est).

Bec à pétrole dans lequel les mouvements de montée ou de descente de la mèche sont obtenus par la rotation sur lui-même d'un tube portant intérieurement un pas de vis qui entraîne une bague filetée faisant corps avec le porte-mèche (type adopté par la Compagnie de l'Est).

Des lampes de bureaux et des cuvettes embouties en maillechort, de forme elliptique, pour lavabos de cabinets de toilette des voitures du P.-L.-M.

M. H. Luchaire exposait une série de lampes et d'appareils d'éclairage utilisés par les compagnies de chemins de fer, tels que :

Lampes de bureaux, lanternes à main et diverses, signaux pour disques, trains, gares, sémaphores, etc.

Des appareils divers d'éclairage à l'huile, au pétrole, au gaz, à l'électricité et à l'acétylène.

Des chaufferettes à eau et à vapeur pour voitures de chemins de fer et de tramways.

Châssis de glace métallique système Pottier, du type adopté par la Compagnie de l'Ouest.

Ces trois derniers constructeurs ont fourni d'importantes livraisons d'appareils divers d'éclairage et de ferblanterie aux chemins de fer français, à la marine et aux diverses industries de transports. Ils construisent également pour l'exportation.

Matériel à marchandises.

Wagons exposés. — Quatre wagons pour voie normale étaient exposés à Vincennes et trois au Champ de Mars.

A Vincennes : Compagnie des Chemins de fer de l'Est : Un wagon plat à deux essieux ST 43867, chargeant 15 tonnes, construit dans les ateliers de la compagnie, à Mohon.

Compagnie des Chemins de fer du Midi : Un wagon à houille, à 2 essieux, U^r 2374, chargeant 15 tonnes, construit dans les ateliers Dyle et Bacalan, à Bordeaux.

Compagnie du Chemin de fer du Nord : 1° Un wagon plat n° 7000, à bogies, destiné au transport de grosses masses, admettant un chargement de 35 tonnes, construit dans les ateliers de la compagnie.

2° Un wagon à coke, ZZ 10296, à 2 essieux, chargeant 20 tonnes, construit dans les ateliers de la compagnie.

Au Champ de Mars : Magnard et Cie, à Fourchambault, un wagon couvert HP 400, à 2 essieux, chargeant 8 tonnes en grande vitesse et 13 tonnes en petite vitesse. Ce wagon, établi pour le transport des primeurs et légumes frais, est destiné aux chemins de fer de P.-L.-M.

M. J. Rotival, à Paris. — Un wagon réservoir n° 279, à 2 essieux, destiné au transport du vin et de l'alcool, recevant un chargement de 15 tonnes.

Société anonyme des Usines et Fonderies de Baume et Marpent. — Un wagon couvert série K, à 2 essieux, chargeant 12 tonnes et destiné à la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest.

Le matériel à marchandises pour voie étroite était représenté par 4 véhicules pour voie de 1 mètre, dont 3 exposés à Vincennes et 1 au Champ de Mars.

A Vincennes : Société anonyme de la Carrosserie industrielle : Un wagon plat et un wagon à houille, montés tous deux sur 2 essieux et chargeant 10 tonnes, destinés aux tramways de l'Aude.

Société anonyme des Usines et Fonderies de Baume et Marpent : Un wagon plat CFB 190, à 2 essieux, muni d'une traverse pivotante et destiné aux chemins de fer départementaux du Beaujolais. Ce wagon peut également recevoir un chargement de 10 tonnes.

Au Champ de Mars : MM. de Dietrich et Cie : Un wagon couvert à 2 essieux, chargeant 8 tonnes, destiné à la Compagnie des chemins de fer départementaux des Charentes.

Pièces détachées pour véhicules à marchandises. — MM. Magnard et Cie, à Fourchambault, exposaient au Champ de Mars : 3 essieux montés pour voie normale,

type 8 de la Compagnie P.-L.-M., fusées de 80 × 170, corps de roues en fer à rayons, bandages rivés, diamètre au roulement 0 m. 95;

Quatre essieux montés pour wagonnets de terrassements, voie de 1 mètre, moyeux et bandages en fonte, avec rais en fer;

Des boîtes à huile en fonte de divers types.

La Société anonyme des Usines et Fonderies de Baume et Marpent exposait au Champ de Mars, en outre du matériel roulant qu'elle avait envoyé à l'Exposition : 3 tableaux renfermant des photographies de matériel fixe et roulant de chemins de fer et tramways, de ponts et charpentes métalliques, de transbordeurs et d'ouvrages de chaudronnerie exécutés dans les ateliers de la société; 2 essieux montés, l'un pour chemin de fer, l'autre pour tramway, avec corps de roues à rayons doubles et bandages boulonnés.

Plusieurs corps de roues à rayons simples, pour chemins de fer et tramways; un de ces corps de roues avait subi des essais de déformation.

Divers types de boîtes à graisse pour chemins de fer et tramways.

Différents modèles de compteurs d'eau.

La Société métallurgique de Gorcy, qui exploite les procédés Griffin, exposait une série de roues non montées, en fonte durcie coulée en coquille, de diamètres différents (diamètre maximum 1 m. 20) pour chemins de fer, du type à 2 plateaux, à plateau simple plan ou ondulé, à bras, pour traction électrique à rayons nervés de 0 m. 60 à 0 m. 915 de diamètre, et pour traction par chevaux, de 0 m. 600 à 0 m. 838 de diamètre.

Une série de roues montées pour matériel à voie étroite.

Attelages automatiques. — M. Linou exposait le modèle d'un attelage automatique qui consiste en une mâchoire, dont un des mors est fixe et l'autre mobile, recevant une manille reliée au véhicule voisin. Un ressort maintient les mors dans la position de fermeture.

Cet attelage se manœuvre des côtés du véhicule par un arbre de commande avec volant.

M. E. Rondeau exposait le modèle d'un attelage automatique double à ciseaux pour wagons de chemins de fer.

Cet appareil comprend deux paires de leviers en ciseaux dont les deux branches formant mâchoires sont fermées sous l'action d'un ressort à boudin et dans chacune desquelles s'engage un T terminant la tige de traction opposée.

La manœuvre se fait des côtés du véhicule au moyen de tringles de tirage.

Déchargeur de sûreté pour bois en grume exposé par M. Fonty. — Cet appareil était appliqué sur deux petits modèles de wagons plats.

Le déchargeur Fonty est constitué par des ranchers articulés à leur partie inférieure et maintenus dans la position verticale par un verrou, qui, taillé en crémaillère, peut

être dégagé du rancher par l'intermédiaire d'un pignon et d'une tige à manivelle manœuvrée du côté du wagon opposé au rancher.

Le mouvement de développement du rancher est facilité par des galets portant sur les extrémités découpées en arc de cercle des traverses pivotantes.

Bâches, Toiles, Sacs. — MM. Cauvin Ywose exposaient des bâches de différents types fabriquées en lin français, des rideaux, des tabliers de wagons, nappes, sacs de groupage, sacoches de douane, prolonges, des toiles écrues imperméables et peintes pour bâches, prélarts, tentes, sacs, etc.

M. L. Charpentier exposait différents types de bâches et toiles imperméabilisées par un enduit à base d'huile de lin et de caoutchouc.

MM. J. et H. Faucille Fils exposaient des toiles, toiles cirées et bâches imperméables pour chemins de fer, wagons, voitures, bateaux et abris divers.

MM. Saint frères exposaient des bâches pour wagons, des toiles enduites et sablées pour couvertures de wagons, des câbles, prolonges, etc.

Ces quatre derniers exposants ont la clientèle des chemins de fer français et font à l'étranger des ventes importantes de leurs divers produits.

Matériel pour tramways.

Voitures exposées. — Sur les 17 voitures de tramways, dont 12 automotrices et 5 de remorque, les 9 voitures suivantes étaient exposées à Vincennes :

Compagnie générale des omnibus : 1° une voiture automotrice n° 801, à vapeur et à deux essieux; cette voiture à impériale contient 54 places, elle a été construite par MM. Buffaud et Robatel, à Lyon et est destinée à la ligne « Porte Clignancourt-Bastille »;

2° Une voiture automotrice n° 722, à vapeur, système Purrey, à deux essieux et à impériale, contenant 48 places. Cette voiture, construite par V. Purrey, à Bordeaux, est destinée à la ligne « Bastille-Porte Rapp »;

3° Une voiture automotrice électrique à accumulateurs, à deux essieux et à impériale, d'une contenance de 52 places, construite par la Compagnie de Fives-Lille et destinée à la ligne « Louvre-Vincennes »;

4° Une voiture automotrice à air comprimé, à deux essieux et impériale, de 52 places, construite par M. Brissonneau fils, à Nantes, et destinée à la ligne « Auteuil-Madeleine ».

Compagnie des chemins de fer nogentais : une voiture automotrice électrique, à deux essieux et à impériale. Cette voiture, d'une contenance de 54 places, a été construite par J.-G. Brill et Cie, à Philadelphie.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Hanquet, Aufort et Cie, à Vierzon : une voiture de remorque de 1re et 2e classes à deux essieux, de 64 places, destinée au chemin de fer du Bois de Boulogne.

Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston :

1° Une voiture automotrice électrique à impériale, du même type que l'automotrice exposée par les Chemins de fer Nogentais; cette voiture était destinée à la ligne « Cours de Vincennes-Pont National », qui desservait l'annexe ;

2° Une voiture de remorque à deux essieux, contenant 40 places, construite par J.-G. Brill, à Philadelphie, et destinée à la Compagnie des chemins de fer Nogentais;

3° Une voiture automotrice électrique à deux essieux, de 36 places, construite par la Compagnie générale de construction de Saint-Denis, et destinée à la Compagnie générale parisienne de tramways, ligne de « Champ de Mars-Saint-Ouen ».

Les voitures suivantes étaient exposées au Champ de Mars :

Compagnie française de matériel de chemins de fer, à Ivry : 1° une voiture automotrice électrique de 1re et 2e classes à bogies, de 48 places, destinée à la Compagnie des tramways de l'Est-Parisien, ligne de « Noisy-le-Sec-Opéra »;

2° Une voiture de remorque de 1re et 2e classes à deux essieux, de 48 places, destinée à la Compagnie des tramways de l'Ouest-Parisien, ligne de « Billancourt-Champ de Mars ».

Société des tramways mécaniques des environs de Paris : une voiture de remorque de 1re et 2e classes à bogies, de 50 places, construite par la Compagnie générale de construction de Saint-Denis, destinée aux tramways du Nord-Ouest-Parisien, ligne de « Saint-Germain-en-Laye à Poissy ».

Hanquet, Aufort et Cie, à Vierzon : une voiture automotrice électrique de 1re et 2e classes à bogies, contenant 50 places, destinée au chemin de fer du Bois de Boulogne.

Buffaud et Robatel, à Lyon : une voiture automotrice à air comprimé, système Mékarski, à deux essieux.

De Dietrich et Cie, à Lunéville : une voiture automotrice électrique, à deux essieux, contenant 32 places.

Société anonyme de la carrosserie industrielle, à Paris : une voiture de remorque d'été, à deux essieux, de 32 places, du type en service sur les lignes de tramways de Brest, Cherbourg, Angoulême et Perpignan.

Société industrielle de traction pour la France et l'étranger : une voiture automotrice électrique à deux essieux, équipée pour la prise du courant par contacts superficiels suivant le système Diatto.

De plus, M. R. Pilter exposait une saleuse pour lignes de tramway à traction mécanique et la Compagnie de Fives-Lille un truck à deux essieux, muni de son équipement électrique.

Expositions diverses relatives aux tramways. — A. Normand. — *Perfectionnement aux rails de tramways.* — Ce dispositif consiste à faire venir au laminage, à la partie supérieure des rails, des saillies latérales espacées entre elles d'environ 0 m. 500, pour permettre aux véhicules circulant sur une chaussée pavée de franchir sans dérapage la voie des tramways.

J. et A. Niclausse. — *Générateur pour tramway.* — Ce générateur, destiné à une voiture *autonome* de la Compagnie générale des omnibus, reproduit les dispositions générales des chaudières marines *Niclausse.*

Il est destiné à être chauffé au coke; le combustible descend automatiquement dans le foyer par des trémies latérales.

Les dimensions principales sont les suivantes :

Nombre d'éléments		4
Nombre de tubes		88
Diamètre des tubes	intérieur	39^{mm}
	extérieur	44
Longueur des tubes		1^{m} 100
Grille	Longueur	0 850
	Largeur	0 600
	Surface	0^{m^2} 51
Surface de chauffe		13 37
Volume d'eau		250^{l}
Volume de vapeur		180
Timbre		14^{k}
Poids de la chaudière (récepteur et faisceau tubulaire)		910

Compagnie générale de constructions électriques. — La Compagnie générale de constructions électriques (anciens ateliers Houry et Cie et Vedovelli et Priestley) exposait à Vincennes des pièces d'appareillage pour prise de courant par fil aérien telles que :

Isolateurs à double fil, aiguillage mobile à contrepoids manœuvrable à la main, croisement d'une ligne à un fil avec une ligne à deux fils, croisements pour lignes de réseaux différents dans lesquels un pont est relevé automatiquement par le trolley pendant le passage de la ligne transversale, etc.

Cette Compagnie exposait aussi des systèmes de prise de courant par caniveau souterrain et par contacts superficiels qui sont décrits dans la 4e partie, consacrée à la traction électrique.

Compagnie des tramways de Paris et du département de la Seine. — Cette Compagnie exposait des plans d'usines et des photographies de matériel, une carte de son réseau, des modèles de joints et d'entretoisement des rails, des sections des différents rails employés sur ses lignes et un certain nombre de documents statistiques.

Cette Compagnie possédait en 1900, tant dans le département de la Seine qu'à Paris, un réseau composé de vingt-quatre lignes présentant une longueur totale

exploitée de 112 kilomètres et une longueur totale de voie simple construite, de 142 kilomètres.

La voie, à l'intérieur de Paris, est en rails à gorge Broca, et, à l'extérieur, en rails Vignole, lorsqu'elle est établie sur les accotements. La traction par locomotives sans foyer a été appliquée à la ligne Étoile-Courbevoie, à partir de 1889; dès 1892, la traction électrique par accumulateurs fut installée sur la ligne Madeleine-Saint-Denis et fut étendue à la ligne Saint-Denis-Opéra en 1893. Des automotrices Serpollet furent essayées, en 1894, et ultérieurement mises en service régulier sur les lignes Madeleine-Gennevilliers et Madeleine-Asnières.

En 1896, la Compagnie des tramways de Paris a décidé d'exploiter par la traction électrique toutes les autres lignes de son réseau construites ou projetées; aussi, en 1900, a-t-elle supprimé complètement la traction animale, et elle exploite son réseau au moyen de :

20 locomotives sans foyer, système Francq, dont l'eau est réchauffée à 200 degrés au moyen de générateurs fixes, timbrés à 16 kilogrammes, installés dans le dépôt de Courbevoie;

4 locomotives à foyer type Winterthur;

85 voitures automotrices à accumulateurs;

80 automotrices à trolley et accumulateurs;

4 voitures légères à trolley;

20 automotrices, remorquant 20 voitures d'attelage, à accumulateurs, trolley et prise de courant par caniveau (celui-ci dans l'intérieur de Paris).

L'énergie électrique est produite dans des usines établies à Puteaux, Asnières, Saint-Ouen, Saint-Denis et Aubervilliers.

La voie Broca est trop connue pour que nous la décrivions ici, nous dirons seulement que, déjà exposée en 1889, son emploi a pris une grande extension. Le rail-poutre de 50 kilogrammes le mètre, qui vient d'être adopté par la Compagnie générale des omnibus de Paris, en remplacement de la voie Marcillon, nous paraît être, par son profil et son mode de pose, un dérivé de la voie Broca.

Les voitures des derniers types sont symétriques, pour éviter les retournements, par suite munies de deux contrôleurs série parallèle, à impériale couverte et montées les unes sur deux, les autres sur quatre essieux.

Les voitures à deux essieux, distants de 1 m. 800, sont sur truck du type Johannet, qui est composé de barres profilées et repose sur quatre ressorts à lames fixés sur les boîtes à huile. Des ressorts à pincettes sont interposés entre le truck et la caisse de la voiture. Celle-ci contient 50 places (24 d'impériale, 6 sur les plates-formes et 20 à l'intérieur).

La batterie d'accumulateurs est composée, suivant les lignes parcourues, de 184 ou 208 éléments en série, dont le voltage varie pendant le parcours de 540 à 350 volts.

Le poids de ce type de voiture en ordre de marche est de 17.5 tonnes (voiture vide, 9 tonnes 3; accumulateurs, 4 tonnes 7; voyageurs, 3 tonnes 5).

Chaque essieu est commandé par un moteur, par engrenages à simple réduction (4,85 à 1).

Les voitures à quatre essieux sont montées sur deux bogies du type Brill, à traction maximum, dont les petites roues sont vers l'intérieur de la voiture. Le nombre des places est de 53 (26 à l'impériale, 5 sur les plates-formes, 22 à l'intérieur).

Le poids en ordre de marche est de 18 tonnes (voiture vide, 10 tonnes; accumulateurs Tudor, à 208 éléments en série, pesant 3 tonnes 5).

Certaines de ces voitures sont munies de deux moteurs Thomson-Houston T.H. 2, excités en série, commandant les essieux par simples engrenages, avec réduction dans le rapport de 4,6 à 1. Pour ces voitures sur bogies Brill, la traction par accumulateurs n'est utilisée que dans Paris. En dehors une prise par trolley sert à produire à la fois la traction et la charge des accumulateurs.

L. Francq. — M. Léon Francq exposait : des tableaux contenant des photographies et dessins relatifs à des voitures de tramways à traction mécanique étudiés et construits par lui depuis 1874.

Un dessin d'une voiture de tramway automotrice électrique à quatre moteurs, bogies et double suspension. Des dessins de locomotives sans foyer, système Francq, en montrant l'application aux tramways des différentes villes, Paris, Lyon, Marseille, etc., depuis l'invention jusqu'aux plus récentes applications.

Des dessins des types de voies usitées pour les lignes de tramways de 1872 à 1900.

Des modèles de rails à ornière appliqués aux tramways du Nord, Lille-Roubaix.

Un modèle d'un nouveau type de rail pour lignes de tramways. Dans ce rail, l'ornière est à fond ouvert; chaque rail est constitué par deux profilés, l'un servant de contre-rail, placés côte à côte et dont les champignons forment les côtés de l'ornière. L'éclisse est placée intérieurement entre les âmes de ces deux profilés. Les patins du rail et du contre-rail reposent directement sur le sol; l'écartement entre le rail et le contre-rail est maintenu au moyen de fourrures disposées de place en place. Pour des courbes de très faible rayon, on peut placer dans l'ornière du rail extérieur une fourrure permettant d'éviter une partie des coincements en faisant rouler la roue sur le boudin.

L'inventeur réclame pour ce système de rail les avantages suivants : plus grande durée de la voie, suppression de l'affouillement du sous-sol, nettoyage facile de la voie, diminution dans les frais d'entretien de la voie, suppression presque radicale des chocs et mouvements parasites des voitures, facilité pour le montage des éclisses électriques.

Compagnie continentale d'exploitation des locomotives sans foyer. — L'exposition de cette Compagnie, qui exploite les brevets Lamm et Francq, faisait suite à celle de M. Francq et en était le complément.

Les dessins et photographies exposés représentaient des projets et du matériel exécutés par cette Compagnie. Nous citerons :

Projet de voiture automotrice à six essieux, comprenant deux caisses à voyageurs réunies par un truck central portant le locomoteur sans foyer.

Dessins de régulateur détendeur de vapeur, tracteur pour services de mines, locomotives sans foyer des tramways de Saint-Germain, Lille, Lyon, etc.; locomotive à foyer avec accumulateur de vapeur, détendeur et surchauffeur, pour chemins de fer d'intérêt local et tramways dont les lignes présentent de fortes déclivités et des profils variés; locomotive avec surchauffeur pour combustion d'huile lourde, etc.

La Compagnie d'exploitation des locomotives sans foyer a fourni son système de traction à 15 Compagnies de tramways (entre autres le Chemin de fer sur route de Batavia à Kramot et Meester Cornelis [Indes néerlandaises]), elle a livré des locomotives de manœuvre à 9 établissements et des transbordeurs à 15 compagnies et établissements.

Compagnie des tramways mécaniques des environs de Paris. — Cette Compagnie exposait au Champ de Mars, en outre de la voiture de remorque qui sera décrite dans la troisième partie :

Un dessin d'une voiture automotrice électrique de 1re et 2e classes, à plates-formes extrêmes et centrales, de 40 places, du type devant être mis en service sur les lignes de la Compagnie. Cette voiture est montée sur deux bogies avec traverse danseuse analogues à ceux des voitures de chemins de fer et est actionnée par quatre électro-moteurs de 30 chevaux chacun. La prise de courant est faite par trolley aérien.

Des photographies de trains sur divers points du réseau de Paris et de la banlieue.

Une carte du réseau de la Compagnie, qui comprend 160 kilomètres concédés dont 45 en exploitation. Ces 45 kilomètres sont répartis en 11 lignes parmi lesquelles 2 sont exploitées par la vapeur et les 9 autres par l'électricité (accumulateurs et trolley).

Compagnie française de matériel de chemins de fer. — La Compagnie française de matériel de chemins de fer, à Ivry, exposait au Champ de Mars en plus des deux voitures de tramways décrites dans la troisième partie une série de dessins des tramways électriques de Bastille-Charenton, Ouest-Parisien, Est-Parisien, du Havre et de Bordeaux, construits par cette Compagnie.

Société de la carrosserie industrielle. — La Société anonyme de la carrosserie industrielle exposait, au Champ de Mars, en dehors du matériel roulant pour voie de 1 mètre et pour tramways, des dessins représentant notamment :

Un tramway électrique de 1re et 2e classes de Paris à Saint-Denis, monté sur deux bogies à deux essieux; un tramway de 1re et 2e classes à deux essieux, du département de l'Aude; un tramway à deux essieux Rouen-Bonsecours.

Freins pour chemins de fer et tramways.

Au Champ de Mars étaient exposés par :

Compagnie de Fives-Lille : Une pompe de compression d'air à deux phases pour freins continus, ainsi que des appareils de freinage et accessoires.

Société des freins Soulerin : Des freins continus à vide ou à air comprimé pour chemins de fer et tramways et à commande électro-pneumatique système Chapsal.

Société générale des freins Lipkowski : Des freins continus automatiques, à air comprimé, à action rapide et modérable.

Compagnie internationale du frein électro-hydraulique Durey : Frein électro-hydraulique pour chemins de fer et tramways.

Ces différents freins sont décrits dans la troisième partie du rapport au chapitre *freins continus.*

Chemins de fer portatifs, aériens et à navires.

Matériel pour chemins de fer portatifs. — L. et G. Bizouard, à Palaiseau. — Ces constructeurs exposaient des wagonnets à deux essieux pour voie de 0 m. 500 :

Wagonnet à fourrage à châssis en fer et plancher en bois, les côtés et les bouts sont mobiles et formés d'un lattis métallique à claire-voie.

Wagonnet d'environ 1 m. 400 de longueur sur 1 mètre de largeur. Le châssis est métallique, les parois de la caisse sont en bois; chacun des côtés est muni de deux ridelles mobiles.

Deux wagonnets à bascule, à châssis métallique et caisse en tôle, dont l'un avec caisse mesurant 1 m. 200 × 1 m. 100 × 0 m. 550 et l'autre avec caisse mesurant 0 m. 910 × 1 m. 020 × 0 m. 510.

Chemins de fer aériens. — G. Mourraille. — Cette exposition comprenait : 1 wagonnet pour transport de matières pondéreuses en vrac;

1 wagonnet à plate-forme pour transport de caisses, barils, sacs, etc.;

1 wagonnet double pour transport de bois en grume, bois équarris, planches, etc., pouvant avoir jusqu'à 12 mètres de longueur.

Les voies de roulement sont constituées par deux câbles de fort diamètre placés à 2 mètres environ l'un de l'autre et reposant sur des pylônes dont la hauteur varie suivant le profil du terrain. Sur ces câbles roulent des wagonnets mis en mouvement par un câble sans fin spécial, appelé câble tracteur.

Les wagonnets comportent trois parties distinctes : 1° un chariot de roulement; 2° une caisse dont les formes varient suivant la nature de la charge à transporter; 3° une suspension et son appareil d'accouplement.

Le chariot de roulement comprend deux galets en acier roulant dans un même plan vertical entre deux flasques également en acier. Ces flasques formant chape sont reliées en leur milieu par un noyau en fonte.

Les caisses sont constituées par des bennes basculantes, des plateaux, etc., ou, pour le transport des pièces longues, simplement par des chaînes.

La suspension est composée de deux branches en fer reliant la caisse à un axe monté

sur le chariot pour permettre la libre oscillation du wagonnet. Ces branches sont recourbées en forme de crochet pour que les wagonnets puissent passer au droit des points d'appui du câble de roulement.

L'appareil d'entraînement fixé aux branches de suspension est composé de deux mâchoires pinçant le câble tracteur; l'ouverture ou la fermeture de ces mâchoires est commandée par un levier à contrepoids fixé sur une entretoise reliant les branches à leur partie supérieure.

Les dimensions principales des porteurs exposés étaient les suivantes :

Diamètre des galets	0^{m} 350	D'axe en axe des galets	0^{m} 420
Largeur de la jante	0 080	Cube d'une benne	0^{m3} 200
Profondeur de la gorge	0 025	Surface d'un plateau	0^{m2} 65

Cette exposition renfermait également une série de tableaux et dessins relatifs à l'application de ce système dans différents pays, ainsi qu'une vitrine contenant des échantillons de câbles métalliques porteurs et tracteurs et deux spécimens d'appareils pour opérer la jonction des câbles.

Chemins de fer à navires. — Société française des chemins de fer à navires. — Cette exposition comprenait des cartes des différents projets de chemins de fer à navires, une carte en relief du chemin projeté pour unir l'Atlantique à la Méditerranée, un modèle de dock transporteur et une vue d'un navire installé sur un dock en mouvement.

Petit matériel d'exploitation.

Ce matériel était représenté à Vincennes et au Champ de Mars par un certain nombre d'objets présentés par les chemins de fer de l'État et plusieurs fabricants français.

Les objets suivants étaient exposés par les Chemins de fer de l'État :

Brouette métallique pour le transport des bagages, montée sur deux roues de 0 m. 500 de diamètre.

Cabrouet en fer. — Ce cabrouet, entièrement métallique, est formé de cornières assemblées.

Tricycle taré à 100 kilogrammes. — Ce tricycle, destiné au transport des bagages, est muni d'un frein dont la manette est à portée de l'homme qui le manœuvre et lui permet de modérer sa vitesse dans les descentes ou de bloquer les roues lorsque l'appareil est en stationnement à proximité des voies.

Poulain de chargement. — Cet appareil est composé de deux poutres en tôle d'acier emboutie suivant une section en U à angles fortement arrondis et présentant dans le sens longitudinal un profil d'égale résistance; ces deux poutres sont réunies par des entretoises cintrées.

Ce poulain s'accroche au chemin de roulement des portes des wagons couverts, et des patins s'opposent à sa pénétration dans le sol.

D'une longueur de 3 mètres, il pèse 60 kilogrammes et est établi pour recevoir en toute sécurité une charge de 410 kilogrammes.

Panier de groupage destiné au transport des colis postaux et des messageries d'une même direction. — Les parois de ce panier sont articulées et se replient les unes sur les autres pour diminuer l'encombrement lorsque le panier est renvoyé vide à son point d'attache.

Panier à agrès pour conducteurs. — Il est utilisé pour serrer les agrès et accessoires des agents de trains et contient une poche portefeuille disposée sous le couvercle et destinée au classement des feuilles de service.

Disque d'arrière de train (système H. Lagarde). — Ce disque est muni d'un dispositif permettant d'annoncer les trains supplémentaires qui doivent être mis en marche.

A cet effet, le verre rouge est mobile et peut être remplacé par un transparent composé de deux feuilles de verre entre lesquelles se place une lame de baudruche portant le numéro du train inscrit en chiffres blancs rehaussés de noir. Ces chiffres sont visibles la nuit aussi bien que le jour.

Lanterne à main. — Cette lanterne est alimentée au pétrole et munie d'un bec système Lasky à mèche plate.

L'arrivée du pétrole à la mèche s'effectue par un tube de faible diamètre contourné en spirale et dont le contenu, d'un volume très réduit, peut seul alimenter la flamme en cas de renversement accidentel de la lanterne.

Boîte à pansement pour trains et boîtes de secours pour gares. — Dans ces boîtes, les médicaments sont, soit approvisionnés sous forme de pastilles comprimées logées dans des tubes, soit, s'ils sont volatils, renfermés dans des tubes de verre fermés à la lampe.

Faye et Gossiaux. — *Pousse-wagons.* — MM. Faye et Gossiaux exposaient : 2 pousse-wagons du modèle courant pour la mise en mouvement des wagons ordinaires et 2 pousse-wagons grand modèle créé à la demande du Service du matériel et de la traction de la Compagnie de l'Est pour la mise en mouvement de tenders pleins, machines froides et véhicules de tonnage exceptionnel.

Cet appareil est composé d'un levier en bois dont le talon est articulé à un patin en fer, avec semelle de bois tendre, prenant appui sur le rail. Une des extrémités de ce levier est reliée par deux bielles à la partie supérieure d'une semelle courbe dont la partie inférieure est articulée à l'extrémité du patin.

Cette semelle s'adapte contre le bandage de la roue et lui transmet, en l'amplifiant pour faire avancer le véhicule, l'effort exercé à l'extrémité du levier.

Muller et fils. — *Petit matériel et mobilier pour gares.* — MM. Muller et fils exposaient : des brouettes à estrade et à bagages, tricycles à bagages, poulain, anspect, échelles à bâcher, diables à farine de diverses forces, cabrouets;

Des boîtes de secours pour gares et trains, boîtes à finances, casiers à étiquettes.

Des casiers armoires à billets système Muller.

Dans ces armoires, les rayons à billets, pour être remplis, coulissent en avant de manière à être dégagés du niveau des autres casiers. Cette disposition permet de superposer les rayons en réduisant dans de fortes proportions l'intervalle réservé pour le remplissage des casiers à rayons fixes et par suite d'augmenter d'une façon importante le nombre des cases dans une armoire de dimensions déterminées.

Savoie Ch. — *Paniers en rotin.* — La maison Savoie exposait des paniers et objets en vannerie et rotin, employés dans les Compagnies de chemins de fer, tels que : paniers avec couvercle à emboîtement ou plat pour services de douane, colis postaux, transport de finances, service télégraphique, mannes à charbon ou à coke, en usage sur les grandes Compagnies françaises, ainsi que des échantillons de rotins pour vannerie et des rotins dits *moelle fendue,* employés pour la carrosserie.

La Société anonyme de l'appareil contrôleur exposait les six types d'appareils suivants :

1° Appareil distribuant les tickets de chemin de fer de 1re, 2e et 3e classes à plein tarif, demi-place, militaire et aller et retour, soit douze sortes de billets pour chaque station;

2° Appareil de contrôle pour billets passe-partout;

3° Appareil à composteur interchangeable;

4° Appareil à composteur fixe, distribuant des tickets de même catégorie et à contrôle simplifié;

5° Appareil pour recensements et statistiques.

Quelques-uns de ces appareils sont décrits dans le numéro de février 1898 de la *Revue générale des chemins de fer.*

MM. Chateau père et fils exposaient, parmi un certain nombre d'appareils de précision : un régulateur de chemin de fer donnant l'heure sur un cadran angulaire;

Une horloge à remontoir d'égalité, transmission électrique et pneumatique de l'heure, sonnerie des heures et des quarts, montée sous verre, de façon à montrer entièrement le mécanisme.

Outillage et procédés de fabrication.

Une des caractéristiques de l'Exposition de 1900 était de grouper dans le voisinage immédiat des produits d'une industrie les machines servant à leur fabrication.

Cette règle suivie pour un grand nombre de classes telles que celles du tissage, de la papeterie, etc. . . ne pouvait être appliquée pour le matériel des chemins de fer et des tramways; les différentes machines-outils employées pour la construction de ce matériel sont pour la plus grande partie celles employées dans la construction mécanique en général.

Aussi les seuls objets exposés se rapportant à la fabrication du matériel tiennent-ils une place relativement peu importante et ne sont-ils pour la plupart que des outils spéciaux étudiés dans les ateliers de construction des compagnies, et ceux que nous croyons devoir signaler se trouvaient dans les sections française et russe. Un certain nombre d'outils spéciaux pour la confection du matériel de chemins de fer figuraient en outre à l'exposition américaine de machines-outils de Vincennes et dans diverses sections du Champ de Mars, mais nous ne les signalons ici que pour mémoire.

La plupart des machines-outils et pièces d'ateliers exposées dans la section française étaient groupées dans la partie du Champ de Mars affectée à la collectivité des chemins de fer français.

Chemins de fer de l'État. — Les chemins de fer de l'État exposaient un *appareil système Souchon pour relever le profil des bandages.* Cet appareil est constitué par un pantographe à branches égales monté sur un bâti qui se fixe sur le bandage au moyen de vis de pression.

Une des branches du pantographe porte une douille articulée terminée par une pointe en acier suivant le profil du bandage. L'extrémité de l'autre branche porte un crayon qui reproduit ce profil sur une feuille de papier.

Compagnie des chemins de fer de l'Est. — La Compagnie des chemins de fer de l'Est a depuis longtemps développé dans ses ateliers d'Épernay l'emploi des fraises pour l'usinage des différentes pièces de locomotives; elle exposait deux fraises de fortes dimensions employées sur une fraiseuse horizontale de grande puissance; l'un de ces outils était taillé dans un bloc d'acier suivant la méthode ordinaire de construction; l'autre consistait en un cylindre en acier doux pourvu de dents insérées dans des rainures en queue d'hironde. Ce dernier mode de construction qui assure au corps de la fraise une durée indéfinie et diminue de beaucoup les difficultés de la trempe tend à se répandre de plus en plus comme le montre l'examen des outils exposés dans d'autres classes.

Des pièces entièrement terminées à la fraise sans aucune retouche à la lime et des exemples de montage de pièces pour le fraisage étaient également exposés.

Cette compagnie exposait en outre : une machine pour la fabrication rapide des noyaux de fonderie de section cylindrique;

Une petite machine à mouler les sabots de frein, que l'ouvrier déplace au lieu d'avoir à transporter ses châssis à la machine à mouler;

Plusieurs modèles en bois représentant les différentes étapes du forgeage des boîtes à graisse de locomotives;

Des spécimens permettant de se rendre compte de la fabrication mécanique des châssis de glaces en bois pour les fenêtres des voitures;

Un accouplement métallique pour le chauffage des voitures par la vapeur et l'air comprimé combinés, système Lancrenon;

A Vincennes, des modèles en bois montrant les différentes phases du forgeage de quelques pièces les plus importantes employées dans la construction du matériel roulant.

Compagnie des chemins de fer du Midi. — Cette compagnie exposait différentes machines portatives à percer, tarauder, polir, actionnées par des transmissions à corde dont la Compagnie du Midi a beaucoup développé l'emploi dans ses ateliers de Bordeaux à une époque où on ne possédait ni les outils pneumatiques ni les outils électriques aujourd'hui si répandus;

Diverses pièces métalliques découpées à froid à la scie à ruban;

Un moule métallique pour garnir de métal blanc les coussinets de boîtes à huile;

Des coussinets pour voitures et wagons et un tiroir de distribution de locomotive garnis de métal blanc;

Des cylindres jumelés de locomotives montrant un exemple de réparations après avaries. Un tableau à l'appui prouvait qu'une réparation soigneusement faite peut prolonger de beaucoup la durée d'une pièce coûteuse dont une avarie partielle semblerait au premier abord exiger le remplacement.

Compagnie des chemins de fer de Paris-Orléans. — La Compagnie d'Orléans exposait deux dessins représentant : l'un une scie circulaire à métaux à denture rapportée et l'autre un levier permettant de faire tourner à la main la transmission d'un atelier et d'opérer ainsi rapidement et sûrement le remontage des courroies.

Compagnie des chemins de fer de l'Ouest. — L'exposition de la Compagnie de l'Ouest était au point de vue des procédés de fabrication l'une des plus intéressantes; on y remarquait :

Une machine à mouler, une machine à démouler et divers modèles représentant le développement d'un système de moulage qui a été imaginé dans les ateliers de cette compagnie, à Sotteville.

L'intérêt et les avantages de ce procédé ne consistent pas tant dans l'emploi des machines à mouler que dans la production rapide et économique des groupes de modèles connus dans les fonderies sous le nom de *couches* ou de *plaques modèles*. Nous ne pouvons entrer ici dans le détail de ce procédé qui se répand dans l'industrie privée; il nous suffira de dire qu'il permet à un mouleur soigneux d'obtenir en quelques heures une plaque modèle dont la préparation demande par les procédés usuels plusieurs jours de travail à un ajusteur habile.

Un dispositif de poinçonnage et de découpage combinés qui permet d'obtenir entièrement terminées en une seule opération des pièces en tôle telles que brides, croisillons, contre-plaques diverses entrant dans la construction des voitures et wagons.

Un cylindre double à basse pression pour machine compound G. V., brut de fonderie, exposé comme spécimen de travail.

Un châssis de glace métallique, système Pottier. Ce châssis, qui était appliqué à la voiture de banlieue B. 9040 de la Compagnie de l'Ouest, se compose d'un cadre dont les montants et les traverses sont constitués par du tube en laiton étiré sans soudure et aplati suivant une section rectangulaire en ménageant sur un des petits côtés une

rainure recevant la glace avec interposition d'une bande d'étoffe destinée à amortir les vibrations;

Des tarauds, peignes, mères, boulons et écrous de réception établis suivant le système international de filetage.

La Compagnie de l'Ouest avait édifié en outre dans l'enceinte de Vincennes un petit pavillon dans lequel étaient exposés divers objets construits dans ses ateliers, entre autres :

Un dispositif permettant d'éviter le traçage des pièces de bois à travailler sur les machines à percer ou à mortaiser;

Un appareil pour enrouler l'extrémité des maîtresses feuilles de ressorts;

Une machine à polir par courroie; un polisseur universel;

Deux trusquins-palmer permettant de vérifier le parallélisme horizontal des glissières de piston et de l'axe du cylindre correspondant;

Un appareil pour mesurer et enregistrer le balourd des roues montées;

Une machine à fabriquer les chevillettes,

Enfin un modèle de dynamo et de machine à balancier construits par deux apprentis-ajusteurs des ateliers de Sotteville.

Divers dessins et photographies reproduisaient en outre des machines en usage dans les ateliers de la Compagnie de l'Ouest.

MM. E. Chouanard et Cie, à Paris, exposaient les différentes machines-outils suivantes créées spécialement à l'usage des compagnies de chemins de fer et des tramways :

Un tour à roues de locomotives et wagons;

Deux machines transportables pour scier les rails; ces machines comprennent une scie circulaire pouvant être actionnée à bras ou par un moteur;

Une machine à percer les rails, actionnée à bras et pouvant recevoir des mèches américaines, l'avancement du foret est automatique;

Deux machines à cintrer les rails;

Des vérins hydrauliques de 50 et 100 tonnes et différents types de vérins à vis.

Société anonyme de l'épuration des eaux. — Cette Société exposait une série de tableaux représentant:

1° Le premier épurateur d'essai installé en 1893 par la Compagnie du chemin de fer du Nord dans la gare de Dunkerque;

2° Le premier épurateur automatique Desrumeaux capable de débiter 1,000 mètres cubes par jour en douze heures;

3° L'appareil actuellement en montage à la gare de Valenciennes pour la Compagnie du Nord. Cet épurateur est appelé à débiter automatiquement 3,000 mètres cubes d'eau épurée par jour;

4° La disposition d'épurateur adoptée par la Compagnie des chemins de fer départementaux pour la gare de Ferrières-Courçon;

5° La disposition d'épurateur adoptée par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest à la gare de Saint-Germain-en-Laye;

6° La disposition d'épurateur adoptée par la Compagnie des chemins de fer de l'Est algérien pour la gare d'El-Guerrah.

Les épurateurs Desrumeaux soumettent à un traitement chimique les eaux calcaires utilisées pour l'alimentation des chaudières à vapeur par l'action de réactifs épurants qui précipitent les sels en dissolution dans ces eaux.

Appareils divers montés sur les locomotives.

Chemins de fer du Sud de la France. — *Régulateur automatique de vitesse.* — Les chemins de fer du Sud de la France exposaient au Champ de Mars le dessin d'un régulateur automatique de vitesse, imaginé par MM. Gouzin et Bleys.

Cet appareil a pour but de régler automatiquement la marche des trains en agissant sur le frein chaque fois que la vitesse de la locomotive dépasse la limite pour laquelle l'appareil a été réglé. Une pompe centrifuge, actionnée par un des essieux, refoule de l'eau avec une pression qui croît naturellement avec la vitesse, sous un piston chargé par un ressort. La tension du ressort est réglée d'après la vitesse limite que l'on ne doit pas dépasser. Lorsque cette vitesse limite est atteinte, le piston est déplacé et son mouvement détermine une ouverture de la conduite générale du frein. Un appareil enregistre la vitesse.

Chemins de fer de l'État. — *Appareil avertisseur annonçant le franchissement d'un signal à l'arrêt.* — Cet appareil, du système de MM. Cousin, Rochatte et Soubrier, comprend une boîte à explosion, formée de 6 canons, qui se fixe aux longerons des tenders. En cas de franchissement d'un signal à l'arrêt, une pédale reliée à ce dernier provoque l'explosion d'une des cartouches dont les canons sont chargés, explosion amenant la projection sur la voie de poudre de minium et de jetons en aluminium portant le numéro de la machine.

Indicateurs de vitesse.

Chemins de fer de l'État. — *Appareil indicateur enregistreur des vitesses de rotation et par suite de la vitesse de marche des locomotives.* — Cet appareil imaginé par feu M. l'ingénieur en chef Desdouits est basé sur l'action de la force centrifuge développée dans une masse animée d'un mouvement oscillatoire alternatif qui lui est transmis par l'intermédiaire de bielles reliées au mécanisme moteur.

Chemins de fer de P.-L.-M. — *Chronotachymètre système P.-L.-M.* — La Compagnie des chemins de fer de P.-L.-M. exposait au Champ de Mars un chronotachymètre établi suivant des principes analogues à celui qu'elle avait exposé en 1889 et perfectionné notamment dans la liaison du tambour enregistreur avec son tube d'entraînement, dans la transmission du mouvement aux marteaux marquant les indications sur les feuilles

de relevés et dans l'augmentation de la vitesse de rotation du tambour qui est entraîné par un mouvement d'horlogerie remonté automatiquement par le mécanisme de la locomotive.

E. Flaman. — *Indicateur-enregistreur de vitesse.* — Cet appareil qui était monté sur la locomotive de l'Est n° 2411, exposée à Vincennes, donne sur un cadran divisé en kilomètres à l'heure l'indication optique de la vitesse et sur une bande de papier l'enregistrement des espaces, des vitesses, des temps, des durées de la marche et des arrêts.

La vitesse est mesurée par l'angle que décrit une roue à rochet dans l'unité de temps sous l'action d'un cliquet commandé par un arbre dont le mouvement de rotation est dans un rapport déterminé avec celui du moteur et, pour cela, il suffit d'établir les organes qui lui transmettent le mouvement de telle façon que, pour le même chemin parcouru sur le rail, l'arbre fasse toujours le même nombre de tours, ce qui est obtenu en employant des engrenages transformateurs de la vitesse établis dans le rapport inverse du diamètre des roues.

La vitesse est indiquée en kilomètres à l'heure, sur un cadran, par une aiguille, qui à la fin de chaque période de temps est amenée à prendre sur ce cadran une position angulaire correspondant à l'angle mesurant la vitesse moyenne du moteur pendant cette période de temps. La mesure de la vitesse et son indication sont réalisées 12,5 fois par minute, quel que soit le sens de rotation du moteur.

La bande de papier sur laquelle se fait l'enregistrement des vitesses se déroule sous l'action d'un cylindre entraîneur proportionnellement au chemin parcouru. Ce cylindre est muni de pointes qui enregistrent les espaces à raison de 5 millimètres par kilomètre parcouru. Une double pointe marque les 20 kilomètres.

Un style, auquel un mouvement d'horlogerie donne par l'intermédiaire d'une spirale d'Archimède un mouvement alternatif dont la durée est de dix minutes, trace une courbe en dents de scie dont les ordonnées sont proportionnelles au temps. Ce style est placé sur la même ordonnée que le style des vitesses; l'échelle des temps est de 2 millimètres par minute.

Le diagramme tracé sur la bande de papier donne : *le point du parcours* où se trouve le moteur à un moment donné, *le temps* après lequel il a atteint les *divers points du parcours, sa vitesse* moyenne en chacun de ces points, enfin la *durée des arrêts* par la longueur des ordonnées tracées pendant les arrêts du moteur sur la bande de papier qui cesse de se dérouler.

Dynamomètres.

Chemins de fer de l'État. — *Pendule d'inertie pour la mesure des efforts moteurs et résistants développés dans les trains de chemins de fer.* — Cet appareil a été imaginé par feu M. Desdouits, ingénieur en chef du matériel et de la traction des chemins de fer de l'État, qui en a fait usage pour de nombreuses expériences.

Il fonctionne indépendamment de toute liaison avec les roues ou le mécanisme moteur; il est constitué par un pendule dont le plan d'oscillation est orienté suivant le sens de la marche et dont le mouvement angulaire est amplifié par un levier portant un style qui inscrit les déplacements du pendule sur une bande de papier déroulée proportionnellement au temps.

Les ordonnées de la courbe tracée, mesurées par rapport à la position occupée par le style au repos, définissent la résultante positive ou négative des efforts moteurs et résistants en fonction du poids total du train, affecté s'il y a lieu d'un coefficient correspondant à l'inertie des masses tournantes.

Cet appareil placé perpendiculairement à l'axe de la voie permet de mesurer, dans le passage des courbes, les effets résultant du dévers de la voie et le rayon de la courbe.

MM. J. Digeon et fils aîné exposaient au Champ de Mars le dessin du fourgon dynamométrique de la Compagnie de l'Ouest, dont ils ont construit les appareils de mesure;

Un dessin de balance hydrostatique pour le tarage des ressorts de locomotives;

Un appareil auto-indicateur du travail dans les cylindres de locomotives système Dubois et Brillé, avec appareil transformateur de diagrammes.

Documents, statistiques, cartes, photographies.

La Compagnie des chemins de fer de Bône-Guelma et prolongements, en outre de sa voiture à bogies de 1re, 2e, 3e classes et fourgon ABCD n° 106, figurant à Vincennes, exposait au Champ de Mars une série de photographies de ponts, viaducs et ouvrages d'art du réseau ainsi que des vues de Tunis, Sousse et Bizerte et différents atlas et albums de photographies et de statistique générale.

La Compagnie des chemins de fer de l'Ouest algérien exposait une série de photographies des principaux sites et travaux d'art de son réseau et de son matériel.

Le Chemin de fer d'Aïn-Sefra à Tombouctou exposait une carte d'avant-projet du tracé du réseau et différentes photographies de la ville et du port d'Oran.

Compagnie des chemins de fer à traction électrique de Pierrefitte, Cauterets et Luz. — Cette compagnie qui exploite les lignes à voie de 1 mètre et à traction électrique de Cauterets à La Raillère (1,800 mètres), de Pierrefitte à Cauterets (11 kilomètres), de Pierrefitte à Luz (13 kilomètres), exposait des photographies représentant divers points des lignes et un profil en long de la ligne de la Raillère. Ces lignes sont desservies par des voitures à bogies franchissant par simple adhérence les rampes qui atteignent jusqu'à 80 millimètres par mètre. Le poids des voitures est d'environ 20 tonnes; chacun des quatre essieux est actionné au moyen d'un moteur Thury de 25 chevaux alimenté par du courant continu, à la tension de 600 volts, qui est recueilli par un trolley. Une usine de 1,200 chevaux est en exploitation sur le gave de Cauterets et une de 900 chevaux est en construction sur le gave de Gavarnie.

Union technique des chemins de fer d'intérêt local et des tramways de France. — Cette union, qui comprend treize compagnies de chemins de fer départementaux dont les lignes s'étendent sur dix-huit départements et ont une longueur totale de 1,991 kilomètres, exposait une série de dessins, photographies et documents relatifs aux réseaux qui suivent :

1° Chemins de fer économiques du Sud-Est (Ain);
2° Chemin de fer de Saint-Quentin à Guise et de Guise au Catelet (Aisne);
3° Chemins de fer départementaux des Ardennes;
4° Réseau de la Côte d'Or;
5° Chemins de fer départementaux du Finistère;
6° Chemins de fer de la Manche;
7° Tramways de la Mayenne;
8° Compagnie meusienne de chemins de fer;
9° Chemins de fer d'intérêt local de Saône-et-Loire;
10° Chemin de fer de Voiron à Saint-Béron (Savoie et Isère);
11° Compagnie des chemins de fer du Sud de la France (Var);
12° Société anonyme des tramways de la Vienne;
13° Tramways des Charentes.

Publications.

Société des ingénieurs civils de France. — Cette Société exposait des documents et rapports indiquant les travaux de la Société depuis sa fondation. Une notable partie des mémoires publiés se rapporte aux chemins de fer et tramways.

La Revue générale des chemins de fer et des tramways exposait une collection complète des années parues, comprenant 40 volumes environ avec table des matières. Cette importante revue paraît depuis 1878 et publie notamment les principaux travaux des ingénieurs des chemins de fer français.

Librairie Chaix. — La librairie Chaix exposait ses publications se rapportant aux chemins de fer telles que : indicateurs, guides, livrets relatifs à la marche des trains et aux tarifs, cartes des chemins de fer des divers pays.

MM. E. et J. Lebrun présentaient une collection complète de guides Conty pour l'année 1900 ainsi que des guides Conty édités en 1867, 1878, 1889 et des spécimens de cartes, gravures et plans contenus dans ces guides.

M. Drillon exposait un tableau indicateur graphique des trains sous forme de carte géographique.

IMPRIMERIE NATIONALE.

EMPIRE D'ALLEMAGNE.

Superficie..... 540,658 kilomètres carrés.
Population..... 56,345,000 habitants (en 1900).

Historique et classification des lignes allemandes.

La première voie ferrée de l'Allemagne (Ludwigsbahn), reliant Nuremberg à Furth, fut inaugurée en 1835. Puis furent ouvertes, en 1837, les premières sections de la ligne de Berlin-Dresde; en 1838, la ligne de Berlin à Potsdam et, quelque temps après, la première ligne d'État, de Brunswick à Wolfenbüttel.

Les chemins de fer allemands se sont développés depuis ces époques avec une rapidité croissante. Voici, en effet, quelles ont été les longueurs successives des chemins de fer ouverts au service public d'après l'*Archiv für Eisenbahnwesen* au 31 décembre de l'année :

	kilomètres.		kilomètres.
1838.....	140	1880.....	33,838
1840.....	549	1890.....	42,869
1850.....	6,044	1895.....	46,413
1860.....	11,660	1899.....	50,511
1870.....	19,575		

Les chemins de fer allemands se divisent en :

Lignes principales, toutes à la voie normale de 1 m. 435 d'écartement des rails;

Lignes secondaires, les unes à voie normale, les autres à voies de 0 m. 75 et de 1 mètre. Les lignes secondaires se distinguent des lignes principales en ce qu'elles sont soumises à une réglementation moins coûteuse, aux points de vue notamment de la surveillance de la voie, des signaux, des freins, des clôtures, des barrières de passages à niveau.

Dans quelques États de l'Allemagne, les lignes secondaires à voie étroite sont désignées sous les noms de chemins de fer *locaux* et chemins de fer *vicinaux;*

Lignes adjointes, établies pour les exploitations agricoles, forestières, minières et industrielles (qui comprennent donc les lignes désignées en France sous le nom de raccordements industriels);

Petites lignes, généralement à voies de 0 m. 60, 0 m. 75 et 1 mètre, très rarement à voie normale, que l'on peut considérer comme des lignes de troisième ordre. Elles sont réglementées en Prusse par une loi du 28 juillet 1892 qui classe comme petites lignes les voies ferrées servant à établir des communications dans l'intérieur

d'une commune ou entre communes voisines, ainsi que les lignes qui ne sont pas exploitées par la vapeur.

La *Statistique des chemins de fer allemands en exploitation, établie par l'Office impérial des chemins de fer,* nous donne la répartition suivante entre les administrations d'État et les administrations privées des lignes principales et secondaires à voie normale en exploitation à la fin du mois de mars 1900 :

DÉSIGNATION DES LIGNES.	LIGNES PRINCIPALES.	LIGNES SECONDAIRES.	TOTAUX.
	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.
Chemins de fer d'États	31,000 49	14,172 33	45,172 82
Chemins de fer concédés { exploités par les États	26 61	72 57	99 18
Chemins de fer concédés { exploités par les Compagnies	1,288 90	2,574 75	3,863 65
TOTAUX	32,316 00	16,819 65	49,135 65

Le réseau secondaire comprenait, en outre : 1,712.78 kilomètres de lignes à voie étroite, dont 777.41 kilomètres appartenaient aux États et 935.37 kilomètres à des sociétés privées. Sur ces 49,135.65 kilomètres, une longueur de 17,583.74 kilomètres seulement était à deux ou à plusieurs voies.

Le *Catalogue officiel de la Section allemande* indique qu'à la fin de mars 1898 le nombre des lignes adjointes était de 6,021 lignes, ayant une longueur totale de 3,398 kilomètres, dont 357 lignes d'une longueur totale de 130 kilomètres à voies étroites. Il constate qu'il n'existe pas de statistique des « petites lignes » pour tous les États constituant l'empire d'Allemagne, et fait seulement connaître que la Prusse avait concédé, au 30 septembre 1898, 274 lignes adjointes privées et petites lignes, d'une longueur totale de 5,673 kilomètres, dont 1,508 kilomètres destinés à la circulation des personnes[1].

Effectif du matériel roulant.

Locomotives. — En 1846, il n'y avait en Allemagne qu'une seule locomotive en service; en 1850, on en comptait 10; en 1860, 180; en 1870, 4,414; en 1880, 10,849; en 1890, 14,061; en 1898, 16,884 et, d'après la *Statistique de l'Office impérial,* 18,291 au 31 mars 1900, ces chiffres ne comprenant que les locomotives à vapeur à voie normale.

[1] Les Kleinbahnen ont pris en Prusse un développement très rapide. En 1891, la longueur totale était d'environ 800 kilomètres, dont 650 étaient des tramways urbains. Au 30 septembre 1901, cette longueur atteint 8,083 kilomètres, dont 2,074 kilomètres seulement sont des tramways urbains.

C. F. E.

Les 18,291 locomotives en service en 1900 se répartissaient comme suit :

TYPE ET NATURE DU SERVICE.	NOMBRE DES LOCOMOTIVES à 1 ESSIEU MOTEUR.	à 2 ESSIEUX MOTEURS.	à 3 ESSIEUX MOTEURS.	à 4 ESSIEUX MOTEURS.	à 5 ESSIEUX MOTEURS.	TOTAUX.
Locomotives à tender séparé — pour trains de voyageurs...	11	5,435	79	"	"	5,525
Locomotives à tender séparé — pour trains de marchandises.	"	439	6,660	556	5	7,660
Locomotives-tenders.....	"	2,233	2,821	19	33	5,106
TOTAUX.....	11	8,107	9.560	575	38	18,291

9,134 de ces locomotives étaient munies de freins continus.

Voitures et Wagons. — Effectif au 31 mars 1900, d'après la *Statistique de l'Office impérial* pour les seules lignes à voie normale.

VOITURES À VOYAGEURS.

NOMBRE DE VÉHICULES À COULOIR.	À COMPARTIMENTS SÉPARÉS.	TOTAL.	À 2 ESSIEUX.	À 3 ESSIEUX.	À 4 ESSIEUX.	À 6 ESSIEUX.	TOTAL des ESSIEUX en service.	NOMBRE de VÉHICULES munis du frein.	ESSIEUX FREINÉS — NOMBRE absolu.	PROPORTION P. 100 du nombre total en service.	FREINS CONTINUS — NOMBRE DE VÉHICULES munis de l'appareil complet.	munis de la conduite seulement.	POIDS MORT PAR ESSIEU.	PAR PLACE.
14,168	22,470	36,638	25,953	9,100	1,580	5	85,556	29,435	64,210	75.05	60,428	15,826	5,380	280

FOURGONS ET WAGONS À MARCHANDISES.

DESIGNATION DES VÉHICULES.	NOMBRE DE VÉHICULES. EN SERVICE.	À 2 ESSIEUX.	À 3 ESSIEUX.	À 4 ESSIEUX.	TOTAL des ESSIEUX en service.	NOMBRE de VÉHICULES munis du frein.	ESSIEUX FREINÉS. NOMBRE absolu.	PROPORTION P. 100 du nombre total en service.	FREINS CONTINUS — NOMBRE DE VÉHICULES munis de l'appareil complet.	munis de la conduite seulement.	POIDS MORT par essieu.	TONNAGE PAR ESSIEU.
Fourgons.....	8,987	7,049	1,850	88	20,000	"	"	"	"	"	4t 99	2t 38
Wagons à marchandises couverts.....	117,711	116,600	876	235	236,768	"	"	"	"	"	3 92	5 89
Wagons à marchandises découverts...	271,356	264,974	2,707	3,675	552,787	"	"	"	"	"	3 29	6 06
TOTAUX ET MOYENNES..	398,054	388,623	5,433	3,998	809,555	132,267	268,471	33.16	26,102	10,079	3 51	6 01

Afin de montrer le développement pris par les chemins de fer de l'Empire et leur matériel et la situation au 31 mars 1900, nous avons résumé dans les deux tableaux qui suivent les chiffres publiés dans les dernières statistiques officielles des chemins de fer allemands.

Tableau I.

LONGUEUR ET EFFECTIFS DES LIGNES ALLEMANDES. SITUATION AU 31 DÉCEMBRE.

ANNÉES.	LIGNES À VOIE NORMALE.				LIGNES À VOIE ÉTROITE.			
	LONGUEUR.	LOCOMOTIVES.	VOITURES.	FOURGONS ET WAGONS.	LONGUEUR.	LOCOMOTIVES.	VOITURES.	FOURGONS ET WAGONS.
	kilom.				kilom.			
I. Chemins de fer d'États.								
1865	7,187	1,745	5,071	10,299	//	//	//	//
1876	13,985	5,071	3,990	33,419	//	//	//	//
1880	22,496	7,486	14,412	151,006	//	//	//	//
1890	38,105	13,327	24,470	268,685	401	96	205	3,643
1895	41,823	15,252	29,431	310,392	585	138	307	4,775
1899	45,266	17,505	34,845	379,791	747	174	388	5,786
II. Chemins de fer concédés exploités par les États.								
1865	1,485	407	508	12,193	//	//	//	//
1876	3,069	1,399	1,309	33,410	//	//	//	//
1880	3,585	1,482	1,536	36,523	//	//	//	//
1890	98	21	35	780	//	//	//	//
1895	98	21	38	848	//	//	//	//
1899	94	12	21	135	//	//	//	//
III. Chemins de fer concédés exploités par des Compagnies.								
1865	5,654	1,466	3,002	27,103	//	//	//	//
1876	11,998	3,824	6,603	76,915	//	//	//	//
1880	7,491	1,881	3,866	35,738	//	//	//	//
1890	3,292	713	1,589	17,307	13	7	36	50
1895	2,641	665	1,557	18,433	37	10	68	57
1899	2,230	539	1,211	17,943	37	12	68	72
Ensemble.								
1865	14,327	3,618	7,500	72,715	//	//	//	//
1876	29,053	10,294	18,211	204,323	//	//	//	//
1880	33,572	10,849	19,814	223,267	//	//	//	//
1890	41,495	14,061	26,094	286,772	414	103	241	3,693
1895	44,562	15,938	31,026	329,673	622	148	375	4,832
1899	47,590	18,056	36,077	397,869	784	186	456	5,858

Observation. La diminution des chiffres des rubriques II et III (se produisant parallèlement à l'augmentation de ceux relatifs aux «Chemins de fer d'États») résulte de la reprise progressive, par les différents États allemands, des réseaux initialement concédés.

Tableau II.

LONGUEUR ET EFFECTIFS DES DIFFÉRENTS RÉSEAUX AU 31 MARS 1900.

ADMINISTRATION.	LIGNES À VOIE NORMALE.				LIGNES À VOIE ÉTROITE.			
	LONGUEUR.	LOCOMOTIVES.	VOITURES.	FOURGONS ET WAGONS.	LONGUEUR.	LOCOMOTIVES.	VOITURES.	FOURGONS ET WAGONS.
	kilom.				kilom.			
I. Chemins de fer d'États :								
Alsace-Lorraine [1].....	1,609	667	1,420	16,977	28	8	15	77
Chemin de fer militaire.	71	13	28	259	//	//	//	//
Prusse et Hesse.....	30,198	12,447	[2] 22,664	282,718	177	55	12	3,671
Bavière.....	5,693	1,599	4,007	23,686	35	4	8	21
Saxe.....	2,567	1,162	[3] 3,034	28,344	408	82	299	1,915
Wurtemberg.....	1,748	567	[4] 1,205	8,356	78	14	21	60
Bade.....	1,535	648	1,619	12,097	//	//	//	//
Mein-Neckar.....	119	97	293	828	//	//	//	//
Mecklembourg (Frédéric-François).....	1,101	165	359	2,882	7	2	8	1
Oldenbourg.....	533	126	216	1,487	//	//	//	//
Ligne de la Felda (exploitée par une Société privée).....	//	//	//	//	44	5	9	72
Total.....	45,173	17,491	34,845	377,634	777	170	372	5,817
II. Chemins de fer concédés exploités par les États...	99	12	21	135	21	8	20	32
III. Chemins de fer concédés exploités par des Compagnies.....	3,864	788	1,772	20,285	914	188	556	1,958
Ensemble.....	49,136	18,291	36,638	398,054	1,713	366	948	7,807

[1] Non compris les lignes du Guillaume-Luxembourg (174 kilomètres) que l'Alsace-Lorraine exploite avec son matériel. — [2] Dont 7 automotrices. — [3] Dont 3 automotrices. — [4] Dont 4 automotrices.

Le premier de ces tableaux donne, au 31 décembre des années 1865, 1876, 1880, 1890, 1895 et 1899, la longueur exploitée et les effectifs du matériel des lignes allemandes divisées en trois groupes : chemins de fer d'États, chemins de fer concédés exploités par les États et chemins de fer concédés exploités par des Compagnies, et, pour chacun de ces groupes, en lignes à voie normale et lignes à voies étroites. Les chiffres relatifs aux années 1865 et 1876 sont extraits du rapport de M. F. Jacqmin sur la Classe 64 (chemins de fer) à l'Exposition de 1878; les autres sont tirés des statistiques annuelles de l'*Union* [1].

[1] On sait que l'Union comprend toutes les lignes principales allemandes, mais une partie seulement des lignes secondaires à voie normale (15,071 kilomètres sur 16,820 kilomètres) et du réseau à voie

Le second tableau indique la situation au 31 mars 1900 [1] pour chacun des réseaux des États et des Compagnies privées, d'après la statistique publiée par l'Office impérial.

Traction électrique.

L'Allemagne revendique le premier essai de traction électrique. Le docteur W. Siemens, chef de la maison Siemens et Halske, fit établir à l'Exposition industrielle de Berlin, en 1879, une voie de 300 mètres de longueur, sur laquelle circulèrent de petits véhicules, la prise de courant se faisant par les rails; puis en 1881 fut ouverte la ligne de Gross-Lichterfeld, près de Berlin, de 2 kilomètres et demi de longueur.

Jusqu'en 1891 on ne compta en Allemagne que 3 lignes de tramways à traction électrique; ce nombre s'éleva successivement à 5 en 1892, à 11 en 1893.

Le tableau suivant montre le développement considérable pris par la traction électrique pour les tramways et les *Kleinbahnen*, de 1894 à 1900.

TRACTION ÉLECTRIQUE DES TRAMWAYS ET PETITS CHEMINS DE FER.

SITUATION À LA FIN DES ANNÉES.	NOMBRE DES VILLES OU RÉGIONS desservies.	LONGUEUR KILOMÉTRIQUE		PUISSANCE des GÉNÉRATEURS ÉLECTRIQUES employés à la traction.	EFFECTIF DES VOITURES	
		DES LIGNES.	DES VOIES.		AUTO-MOTRICES.	DE REMORQUE.
			kilom.	kilowatts.		
1894	19	//	264	2,934	//	//
1895	32	//	991	5,264	632	//
1896	44	//	1,036	7,194	857	//
1897	60	//	1,600	19,000	2,000	//
1898	75	//	2,897	26,000	3,190	2,128
1899	88	2,286	3,167	[1] 52,509	4,504	3,138
1900	107	3,032	4,520	[1] 75,608	5,994	3,962

[1] Les accumulateurs installés dans les usines représentaient en outre une puissance de 13,532 kilowatts en 1899 et 16,890 kilowatts en 1900.

La presque totalité des lignes électriques établies en Allemagne sont à prise de courant aérienne par trolley ou par archet. A la fin de 1900, on ne comptait, en effet, que 3,8 kilomètres de lignes à caniveau; 12 kilomètres avec troisième rail; 122,4 kilomètres exploités uniquement au moyen d'accumulateurs et environ 400 kilomètres de lignes faisant usage d'accumulateurs à l'intérieur des villes, mais prenant le courant à une canalisation aérienne sur le reste de leurs parcours.

étroite (784 km 61 sur 1,712 km 78). Il convient de tenir compte de ce fait en comparant les chiffres du premier tableau pour 1899 avec ceux du deuxième tableau, qui embrassent tous les chemins de fer de l'empire d'Allemagne.

[1] La plupart des chemins de fer allemands clôturent leur exercice au 31 mars; ceux qui l'arrêtent au 31 décembre ne forment que 26 p. 100 de l'ensemble du réseau (13,146 kilomètres sur 49,136).

Il ne nous semble pas déplacé de résumer ici l'opinion qu'exprime sur la traction électrique l'*Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft* dans un des albums publiés à propos de l'Exposition :

« Le système le plus éprouvé et le meilleur marché, tant au point de vue de l'installation que de l'exploitation, est sans contredit le système à conducteur aérien.

« Il réalise une économie de 30 à 40 p. 100 sur la traction animale.

« Le système par conducteur souterrain coûte, d'établissement, 5 à 8 fois plus cher que le système aérien.

« Il semble que jusqu'à ce jour les distributeurs du courant, dans les systèmes à contacts superficiels, n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

« Le système à accumulateurs a pour inconvénients le grand poids de ceux-ci, la nécessité de les recharger fréquemment et la dépense d'entretien.

« Le système mixte (trolley et accumulateurs) ne peut être qu'un compromis pour obtenir la concession d'une traction électrique, lorsque la municipalité n'admet pas le trolley dans tout ou partie de ses rues. »

D'autre part, d'après une notice de la maison Schuckert, la traction électrique a sur la traction animale les avantages suivants :

« La puissance des chevaux est très limitée, tandis que la puissance d'un service électrique peut être doublée par des voitures de remorque, puis encore augmentée par l'intercalation de départs supplémentaires.

« Le service est plus rapide et plus régulier, la vitesse pouvant être accrue sur les rampes; il n'est plus perdu de temps pour l'attelage des chevaux de renfort.

« L'enlèvement de la neige est facilité.

« La sécurité est plus grande.

« Les chaussées sont plus propres.

« Finalement, l'élasticité et la simplicité apportées dans le service permettent l'abaissement des tarifs.

« D'autre part, les motifs de la supériorité de la traction électrique sur les systèmes de traction à vapeur ou par le gaz sont les suivants :

« Diminution considérable du poids du matériel roulant, par suite la voie et les travaux d'art peuvent être plus légers; suppression de la chaleur, de la fumée, du bruit.

« Service plus fréquent : il n'est plus utile, pour l'économie, de faire le service avec des trains de deux ou trois voitures ;

« Les moteurs électriques nécessitent moins de surveillance et d'entretien que les moteurs à vapeur ou à gaz;

« Les voitures électriques peuvent gravir des rampes plus fortes, atteignant jusqu'à 10 p. 100. »

Comme exemple des résultats économiques obtenus en Allemagne, l'*Allgemeine* cite le fait suivant : elle traita, en 1890, avec la ville de Halle pour substituer la traction électrique aux chevaux sur les tramways de cette ville. Le réseau urbain, dont le déficit

annuel était de 7 à 8 p. 100 du capital, donna, dès la première année de la transformation, un bénéfice de 5,1 p. 100, bien que les meilleures voies de la ville fussent desservies par une autre entreprise de tramways et malgré la dépense d'énergie due à la raideur des rampes (jusqu'à 45^{mm}).

L'industrie de la construction en Allemagne.

L'industrie de la construction du matériel des chemins de fer et des tramways a pris en Allemagne un très grand développement, surtout depuis 1870.

En ce qui touche les locomotives, la capacité de production de l'Allemagne peut se comparer à la capacité de la Grande-Bretagne, même en tenant compte du grand nombre de locomotives que les chemins de fer anglais trouvent avantageux de construire dans leurs propres ateliers. D'après la notice publiée par les constructeurs à propos de l'Exposition de 1900, l'Empire d'Allemagne possède, à la fin du siècle, 20 usines pour la fabrication des locomotives, 2 d'entre elles furent fondées avant 1840; 7 furent établies de 1840 à 1860; 3, de 1860 à 1870; 5, de 1870 à 1890, et 3, de 1890 à 1900.

Au commencement de l'année 1900, le nombre des ouvriers occupés uniquement à la construction des locomotives s'élevait à 16,480 et la production annuelle atteignait 2,300 locomotives, dont 1,600 pour voie normale.

Le nombre des locomotives construites dans ces usines, depuis leur origine jusqu'au commencement de l'année 1900, est estimé s'élever à environ 38,264 locomotives, dont 27,692 destinées à des chemins de fer allemands; 8,939 livrées dans toute l'Europe; 622 exportées en Asie (notamment 446 dans les Indes néerlandaises); 483 exportées en Afrique et 528 exportées dans l'Amérique méridionale et centrale.

Les pays d'Europe qui ont été les clients les plus importants sont les suivants :

Russie, à laquelle 2,565 locomotives ont été livrées; Italie, 1,475; Autriche-Hongrie, 1,278; Suisse, 641; Espagne, 469; Danemark, 408; France, 310; Hollande, 306; Suède, 292; Belgique, 274; Turquie, 274; Roumanie, 192; Norvège, 163; Grèce, 113.

Les besoins de l'Allemagne n'ont donc absorbé que 72,4 p. 100 de la production; le reste, soit 27,6 p. 100, a été exporté.

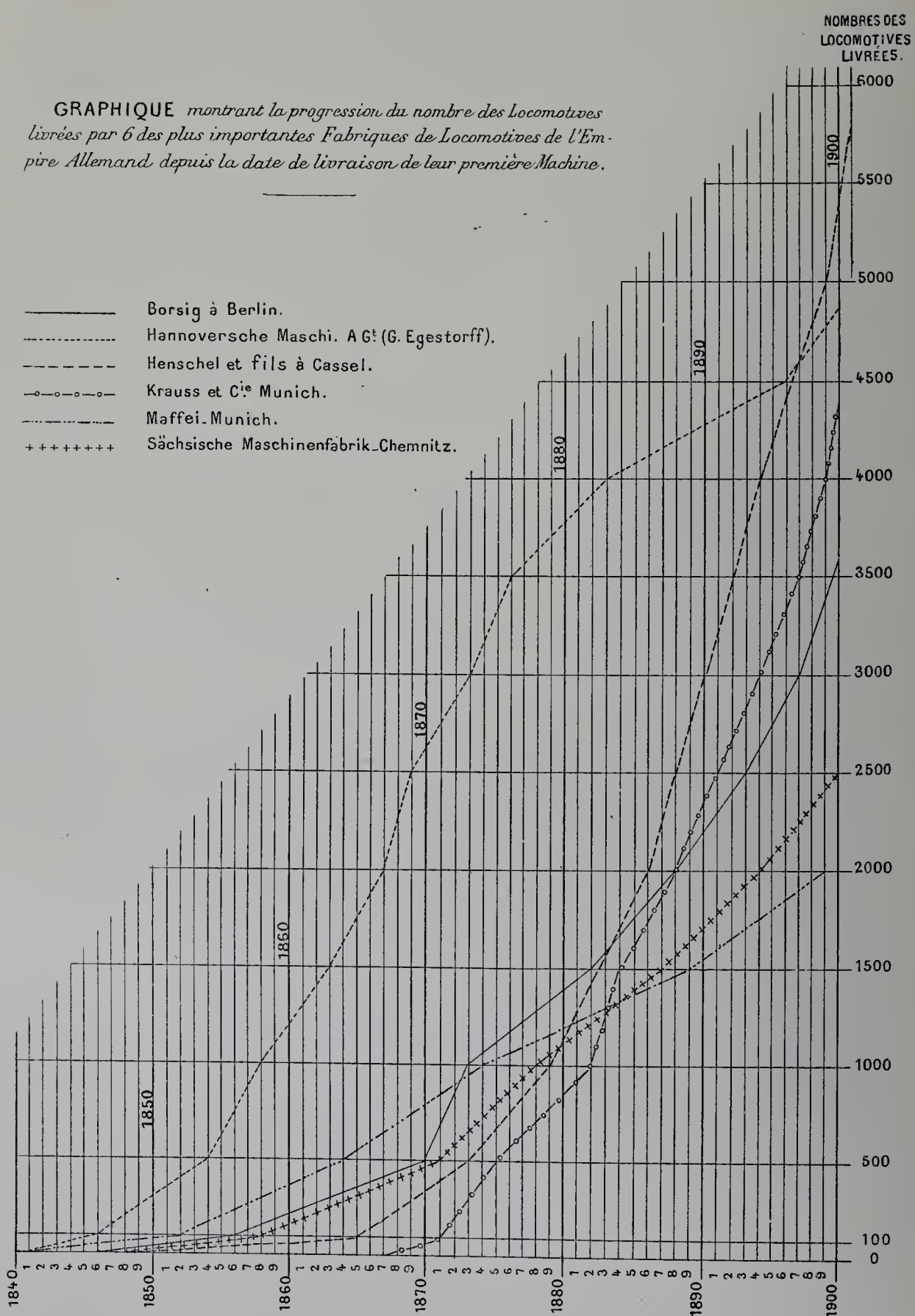

NOMBRES DES LOCOMOTIVES LIVRÉES.
GRAPHIQUE *montrant la progression du nombre des Locomotives livrées par 6 des plus importantes Fabriques de Locomotives de l'Empire Allemand depuis la date de livraison de leur première Machine.*
Borsig à Berlin.
Hannoversche Maschi. A Gt (G. Egestorff).
Henschel et fils à Cassel.
Krauss et Cie Munich.
Maffei-Munich.
Sächsische Maschinenfabrik-Chemnitz.
6000
5500
5000
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
100
0
1840
1850
1860
1870
1880
1890
1900

Fig. 1.

Le graphique ci-contre (fig. 1), qui indique pour six des principaux établissements les époques de livraison de la première, de la centième, de la cinq centième, de la millième, etc... locomotive construite, montre clairement comment s'est développée cette industrie.

Notons que neuf établissements de construction de locomotives, comptant parmi les plus importants, ont pris part à l'Exposition de 1900, en y envoyant 14 machines dont 2 pour l'exportation.

Les constructeurs allemands de voitures et wagons se sont malheureusement abstenus de publier, comme leurs confrères fabriquant les locomotives, une notice résumant la situation de leur industrie.

Des renseignements que nous avons recueillis il résulte que le nombre des établissements construisant le matériel roulant des chemins de fer et des tramways est supérieur à 30; la plupart se sont fondés depuis 1870; leur production annuelle est évaluée pouvoir s'élever de 5,000 à 6,000 voitures et fourgons à bagages, de 34,000 à 40,000 wagons à marchandises, ces nombres comprenant, bien entendu, le matériel pour les voies étroites et pour les tramways.

A eux seuls les sept constructeurs qui ont exposé des véhicules à Vincennes, et qui comptent d'ailleurs parmi les plus importants et les plus anciens (leurs usines ont été fondées de 1843 à 1866), peuvent produire par an de 2,300 à 2,600 voitures et de 13,000 à 15,000 wagons.

Malgré les conditions favorables dans lesquelles se sont trouvés les constructeurs allemands par suite du grand développement pris par leurs voies ferrées, leur production dépasse notablement les besoins du pays; ils ont donc dû chercher des débouchés au dehors et ils y ont réussi.

La fabrique de constructions mécaniques de Nuremberg, *Maschinenbaugesellschaft Nürnberg*, nous apprend dans sa notice que, sur 56,440 véhicules fabriqués depuis l'année 1850, elle en a exporté plus de 15,000 dont 6,700 en Autriche-Hongrie, 3,500 en Italie, 1,800 en Espagne, 1,000 en Roumanie, 700 en Russie, 600 dans les Pays-Bas, etc...

Voici d'ailleurs, d'après les statistiques de l'administration des douanes de l'Empire, les nombres des véhicules de chemins de fer et de tramways exportés ou importés pendant chacune des dix années 1891 à 1900; les véhicules importés sont peu nombreux et sont, croyons-nous, principalement pour tramways.

NOMBRE DES VÉHICULES.

	EXPORTÉS.	IMPORTÉS.		EXPORTÉS.	IMPORTÉS.
1891	2,331	496	1896	6,096	323
1892	3,886	483	1897	6,971	217
1893	4,275	84	1898	8,961	791
1894	4,667	122	1899	11,071	603
1895	6,040	157	1900	13,357	572

Voie.

La maison Rutgers, de Berlin, avait établi au parc de Vincennes une petite usine d'imprégnage des bois suivant ses procédés; des échantillons de ses produits étaient exposés à Vincennes et au Champ de Mars.

M. Rutgers s'est occupé de la question de l'injection des bois depuis 1846. Jusqu'en 1849, il employait comme substances conservatrices le sulfure de baryum et le sulfate de fer. En 1849, il introduisit en Allemagne le procédé d'injection de la créosote dû à John Bethell et, à partir de 1875, il appliqua sur une grande échelle un nouveau procédé employant un mélange de chlorure de zinc (marquant 3 1/2 degrés Baumé à + 15 degrés) et de créosote.

Actuellement M. Rutgers applique dans ses usines soit ce dernier procédé, soit celui à la créosote seule, selon la demande de ses clients. L'avantage de l'injection du mélange est son prix réduit : l'injection d'une traverse en pin revient à 1 franc, tandis que sa préparation à la créosote seule coûte 2 fr. 95. Le prix de revient est donc réduit d'environ les deux tiers.

Le perfectionnement le plus important parmi ceux apportés par M. Rutgers aux procédés antérieurs d'injection à la créosote consiste dans la substitution de la dessiccation en vase clos, sous l'action du vide et de la créosote chauffée de 105 à 115 degrés, à la dessiccation dans des étuves à air chaud. D'après l'inventeur, cette substitution aurait pour avantages que : « le bois est chauffé à une température bien déterminée; il n'est pas brûlé ni même surchauffé, les fentes sont ainsi évitées; la dessiccation est uniforme, complète et peut être contrôlée; la durée des opérations est considérablement réduite ».

Par le procédé de M. Rutgers, il est possible d'injecter jusqu'à 180 kilogrammes de créosote par mètre cube de chêne et 400 kilogrammes par mètre cube de hêtre et de pin.

Les traverses en pin, injectées à la créosote par M. Rutgers, sont restées en service de 1875 à 1890, c'est-à-dire quinze années, sur les lignes de la direction d'Altona. Sur 7,716 poteaux télégraphiques de la ligne de Berlin à Breslau, préparés également à la créosote et posés de 1870 à 1875, 191 seulement ont dû être réformés jusqu'à ce jour, c'est-à-dire en vingt-cinq à trente ans.

Dans ses 78 ateliers de préparation, la maison Rutgers a injecté pendant les cinq années 1895 à 1899 :

604,600 mètres cubes de bois au chlorure de zinc; 1,907,600 mètres cubes de bois au mélange de chlorure de zinc et de créosote; 264,200 mètres cubes de bois à la créosote seule, soit un total de 2,776,400 mètres cubes.

Nous résumerons le mode opératoire qui nous a été indiqué pour les deux procédés à la créosote et au mélange.

1° *Injection de créosote chaude seule.* — Le procédé d'injection à la créosote seule consiste à dessécher le bois par l'action combinée du vide et d'un bain de créosote chaude, puis à refouler par pression cette créosote dans le bois.

Le bois à injecter est introduit dans un récipient métallique qui est hermétiquement fermé et dans lequel on fait un vide d'au moins 60 centimètres de mercure. Au bout de 10 minutes la créosote chaude est introduite; la température est maintenue entre 105 et 115 degrés au moins pendant 3 heures au moyen d'un serpentin à vapeur placé à la partie inférieure du récipient; celui-ci est en communication avec un condenseur tubulaire, à surface, qui condense l'eau chassée du bois. Cette eau est mesurée comme contrôle de l'opération.

Lorsque la dessiccation est suffisante, le récipient est complètement rempli de créosote qui est comprimée à 7 atmosphères effectives au moins pendant 30 minutes pour le pin et le hêtre et 60 minutes, et parfois plus, pour le chêne.

Les chemins de fer prussiens prescrivent une absorption effective par mètre cube de 325 kilogrammes pour le pin et le hêtre et de 100 kilogrammes pour le chêne.

2° *Injection d'un mélange de chlorure de zinc et de créosote.* — L'injection comprend les opérations suivantes :

Étuvage du bois à la vapeur; aspiration de l'air et de la vapeur, puis introduction du mélange; compression du liquide par une pompe foulante.

Le bois est introduit dans un cylindre en tôle hermétiquement fermé; de la vapeur est envoyée dans ce cylindre de telle sorte qu'au bout de 30 minutes une pression de 1 1/2 atmosphère soit atteinte. Suivant la dureté du bois, cette pression est maintenue de 30 à 90 minutes pour le chêne et pour le pin; pour le hêtre, cette pression doit être maintenue 3 heures et demie.

Tout d'abord l'air, puis ensuite l'eau condensée sont évacués par un purgeur placé à la partie inférieure du cylindre. L'étuvage étant terminé, un vide de 60 centimètres de mercure au moins est produit par une pompe à air et maintenu pendant 10 minutes.

Le mélange, chauffé à 65 degrés, est alors introduit, le vide étant maintenu pendant ce remplissage. Celui-ci étant terminé, la pression du liquide est portée à 7 atmosphères effectives et est maintenue pendant 30 minutes au moins pour le pin et le hêtre et 60 minutes pour le chêne.

Les chemins de fer prussiens prescrivent que le poids du mélange absorbé doit être de 310 à 325 kilogrammes par mètre cube de pin ou de hêtre; 100 kilogrammes par mètre cube de chêne.

La Société d'imprégnage *suivant les procédés Hasselmann*, à Berlin, exposait à Vincennes 160 traverses de chemin de fer en sapin et en hêtre, imprégnées, et au Champ de Mars des sections transversales des bois préparés.

Les procédés Hasselmann ont pour but d'assurer la conservation des bois en provoquant dans leurs fibres des réactions chimiques au moyen de matières de faible valeur (acide sulfurique et produit naturel contenant du sulfate de magnésie et du chlorure de potassium).

MM. P. Suckow et Cie, à Breslau, ont présenté un appareil du système Bruggemann pour le mesurage graphique de la détérioration des rails.

Ce profilographe coiffe le rail sur lequel il est fixé par un petit étrier à vis, le profil du champignon est reproduit par le mouvement planétaire de deux cercles. Un style trace le profil du rail sur une feuille de zinc.

Locomotives.

Quatorze locomotives à vapeur et une locomotive électrique étaient exposées par les constructeurs allemands :

Société de construction de Berlin, ci-devant L. Schwartzkopff : une machine, n° 390, compound à deux cylindres, à deux essieux couplés et bogie, avec tender à trois essieux, destinée au service des trains de voyageurs de la Direction royale des chemins de l'État prussien à Elberfeld.

M. A. Borsig, à Tegel près de Berlin : une locomotive à simple expansion, n° 74, à deux essieux couplés et à bogie, destinée aux trains express des chemins de fer de l'État prussien. Cette locomotive, munie d'un surchauffeur de vapeur disposé dans la boîte à fumée, avait un tender à trois essieux.

MM. Henschel et fils, à Cassel : 1° une locomotive-tender à simple expansion, n° 2083, à deux essieux accouplés avec deux essieux porteurs radiaux, un à l'avant et un à l'arrière, destinée aux chemins de fer de l'enceinte de Berlin; 2° une locomotive-tender à marchandises du système Hagans, n° 1663, à cinq essieux, destinée aux lignes à fortes rampes de la Prusse.

Société anonyme Krauss et Cie, à Munich : 1° une locomotive compound à deux cylindres pour trains express, à deux essieux couplés, bogie avant et essieu porteur à l'arrière et munie d'un essieu moteur auxiliaire du système Krauss. Cette machine doit être munie d'un tender à deux bogies de deux essieux; 2° une locomotive-tender, n° 2263, à simple expansion, à deux essieux accouplés, bogie à l'arrière et truck combiné Krauss à l'avant, destinée aux trains de grande banlieue des chemins de fer de l'État bavarois, et 3° une petite locomotive-tender, pour voie de 0 m. 60, à deux essieux accouplés et bissel à l'arrière, à simple expansion. Cette locomotive est destinée à des services d'exploitation de mines.

M. Maffei (J.-A.), à Munich : une locomotive type R, compound à quatre cylindres du système Mallet, à deux trains articulés de deux essieux et essieu porteur à l'avant, avec tender monté sur deux bogies à deux essieux. Cette locomotive était destinée aux trains à marchandises de l'État bavarois.

Fabrique de machines d'Esslingen : une locomotive-tender compound, n° 596, à trois essieux accouplés et un essieu radial avant, marchant à adhérence et à crémaillère. Cette locomotive est à quatre cylindres; les deux de H. P. servent pour l'adhérence et

les deux de B. P. actionnent deux roues dentées. Elle est destinée aux chemins de fer du Wurtemberg pour la ligne de Honau-Lichtenstein.

Sächsische Maschinenfabrik, anciennement Rich. Hartmann, à Chemnitz : 1° une locomotive, n° 175, à grande vitesse, compound à quatre cylindres, à deux essieux accouplés, bogie avant et essieu radial à l'arrière. Cette locomotive, qui était munie d'un tender monté sur deux bogies à deux essieux, est destinée aux trains express des chemins de fer de l'État saxon; 2° une locomotive, n° 138, compound à deux cylindres, à trois essieux accouplés et à bogie, munie d'un tender sur deux bogies à deux essieux, et destinée à la traction des trains mixtes sur les chemins de fer de l'État norvégien et 3° une locomotive-tender, n° 318, pour voie de 1 m. 067, à deux essieux accouplés et essieu porteur à l'arrière, compound à deux cylindres. Cette locomotive, destinée aux chemins de fer de l'île de Java, est aménagée suivant le système Holden pour brûler des résidus de naphte.

Société hanovrienne de constructions mécaniques, anciennement Georges Egestorff, à Linden-lez-Hanovre : une locomotive, n° 22, à grande vitesse, compound à quatre cylindres, à deux essieux accouplés et bogie, avec tender à trois essieux. Cette locomotive est destinée à la traction des trains rapides de l'État prussien sur les lignes de la direction de Hanovre.

Stettiner Maschinenbau Actien Gesellschaft, *Vulcan,* à Bredow près Stettin : une locomotive, n° 861, pour trains de marchandises, compound à deux cylindres, à quatre essieux couplés et tender à trois essieux, destinée aux chemins de fer de l'État prussien, direction d'Elberfeld.

Toutes les locomotives à vapeur étaient groupées à Vincennes. Au Champ de Mars se trouvait la locomotive électrique n° 115 exposée par la Société générale d'électricité à Berlin (Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft). Cette locomotive est à voie normale et à deux essieux moteurs, la prise de courant est faite au moyen de conducteurs aériens et d'archets. La description en est donnée dans la quatrième partie du rapport.

Voitures.

Les dix voitures suivantes étaient exposées à Vincennes :

Société de construction de Breslau : 1° une voiture salon, n° 60, montée sur 2 bogies à 3 essieux, contenant 20 places et destinée aux chemins de fer de l'État prussien; 2° un wagon-poste, n° 2194, reposant sur 2 bogies à 2 essieux et destiné également aux chemins de fer de l'État prussien.

De Dietrich et Cie, à Niederbronn : une voiture de 3e classe, n° 1151, sur 2 bogies à 2 essieux pour les chemins de fer de l'État prussien, direction de Berlin; cette voiture renferme 64 places.

Fabrique de matériel de chemins de fer Carl Weyer et Cie, à Dusseldorf-Oberbilk : une voiture mixte de 1re et 2e classes, n° 403, montée sur 2 bogies à 2 essieux et offrant 36 places. Cette voiture est destinée aux chemins de fer de l'État prussien.

Fabrique de wagons de chemins de fer Van der Zypen et Charlier, à Cologne-Deutz : 1° un wagon-lits, n° 121, de 20 places; cette voiture, qui repose sur 2 bogies à 3 essieux, est destinée aux chemins de fer de l'État prussien; 2° un wagon-restaurant, n° 36, de 45 places et sur 2 bogies à deux essieux, pour l'État prussien; 3° une voiture-salon à 2 essieux pour le roi de Siam.

Gastell frères, à Mombach, près Mayence : une voiture-salon de service, n° 2, à 3 essieux, pour les chemins de fer de l'État prussien, direction de Mayence.

Fabrique de wagons ci-devant P. Herbrand, à Cologne-Ehrenfeld : une voiture mixte de 1re et 2e classes, n° 404, de 38 places, sur 2 bogies à 2 essieux, destinée aux chemins de fer de l'État prussien.

Société anonyme de construction de Goerlitz : un wagon-salon, n° 7, aménagé pour le transport des malades. Ce wagon, destiné aux chemins de fer de l'État prussien, repose sur 2 bogies à 2 essieux.

Matériel pour chemins de fer à voies étroites ou portatifs.

La maison Arthur Koppel, de Berlin, avait exposé sous forme de dessins, modèles et pièces détachées les types de rails, appareils de voie, voitures et wagons qu'elle construit pour des chemins de fer à voies étroites, industriels ou portatifs, et qui nous ont paru être des variantes des objets similaires créés et construits depuis longtemps en France par les établissements Decauville.

Chemin de fer électrique aérien système E. Langen.

Le système E. Langen de voie aérienne figurait à Vincennes sous la forme d'un tronçon de voie de 60 mètres de longueur sur laquelle était installée une voiture tramway automotrice électrique de 1re et 2e classes offrant 50 places et du type des voitures en service sur le chemin de fer aérien de Barmen-Elberfeld-Vohwinkel.

La voie était construite par la Vereinigte-Maschinenfabrik Augsburg et la Maschinenbaugesellschaft-Nürnberg Actien gesellschaft.

La voiture était construite par Van der Zypen et Charlier, à Cologne-Deutz, et l'équipement électrique spécial de la voie et de la voiture par l'Elektricitäts A. G. vormals Schuckert et Cie, à Nuremberg.

Cette installation était exposée par la Continentale Gesellschaft für elektrische Unternehmungen, à Nuremberg. La description en est donnée dans la quatrième partie du rapport.

Objets divers.

P. Suckow et Cie, à Breslau. — *Mesureur de vitesse.* — Cette maison exposait des pièces de robinetterie, une série de petits appareils pour locomotives et un mesureur de vitesse du système Bruggemann. Cet appareil est constitué par un vase de fer rempli de mercure, pouvant tourner autour de son axe avec une vitesse proportionnelle au nombre de tours des roues de la locomotive. Un flotteur métallique, guidé au milieu de la cuvette et relié par une tige légère à une aiguille se déplaçant sur un cadran, repose sur le mercure.

Sous l'influence de la rotation de la cuvette, la surface du mercure prend la forme d'un paraboloïde et se creuse d'autant plus que la vitesse augmente; le flotteur en descendant entraîne l'aiguille qui indique sur le cadran les vitesses de la locomotive correspondant au nombre de tours de l'appareil.

Ce mesureur peut aussi être muni d'un enregistreur en adaptant sur la tige du flotteur un style en laiton qui marquera la courbe des vitesses sur du papier sensible déroulé proportionnellement au temps par un mécanisme d'horlogerie.

Felten et Guilleaume, à Mulheim-sur-le-Rhin. — *Câbles et fils métalliques.* — Cette maison exposait parmi un grand nombre d'objets se rapportant à l'industrie des fils métalliques : des câbles porteurs en acier pour chemins de fer aériens et funiculaires; des fils pour canalisations électriques et des connexions pour établir la continuité électrique des rails.

Nous signalerons les câbles dits *clos* constitués par une âme métallique en fils ronds, recouverte d'une première enveloppe formée par un certain nombre de couches de fils de section trapézoïdale, puis d'une deuxième enveloppe formant l'extérieur du câble, composée de fils ayant une section en forme de ⅃.

Cette disposition a pour but de donner un câble compact, ayant à l'extérieur une surface cylindrique lisse et uniforme, et d'emboîter entre eux les fils formant la couche extérieure, de telle sorte qu'un fil rompu est maintenu dans sa position primitive par les deux fils voisins.

AUTRICHE.

Superficie.....	354,357 kilomètres carrés.
Population.....	24,065,700 habitants.

Historique et développement des chemins de fer autrichiens.

Le catalogue spécial des Sections autrichiennes, publié par le Commissariat général I. R. d'Autriche, contient, à propos de la Classe 32, des notices étendues qu'il convient de lire pour reconnaître la part importante prise par les ingénieurs autrichiens aux progrès accomplis par l'industrie des chemins de fer. Dans ces notices se trouvent

IMPRIMERIE NATIONALE.

décrits brièvement les principaux objets composant l'Exposition rétrospective autrichienne des chemins de fer. Nous ne pourrons ici que citer quelques-uns des faits rappelés dans ces notices.

Le chemin de fer de Linz à Budweis (environ 129 kilomètres) destiné à relier le Danube à la Moldau, que les Autrichiens considèrent comme le premier chemin de fer public du continent européen, fut concédé le 7 septembre 1824. La première section de Budweis à Kerschbaum fut inaugurée en septembre 1828. Ce chemin de fer était à traction par chevaux. Des voies ferrées analogues furent construites de 1828 à 1836 entre Prague et Lana et entre Linz et Gmunden.

La première concession de chemin de fer à traction par locomotive fut accordée le 4 mars 1836; le 23 novembre 1837, fut ouverte la section de Floridsdorf à Wagram (14 kilomètres) et le 16 juillet 1839, la ligne de Vienne à Lundenburg et à Brünn, de 144 kilomètres de longueur, était livrée à la circulation. Cette ligne et quelques autres furent construites par des entreprises privées; des difficultés financières ralentissant leurs travaux, un décret impérial (23 février 1842) créa la Direction générale des chemins de fer de l'État, qui commença cette même année la construction des lignes de Vienne à la frontière saxonne par Prague et de Vienne à Trieste, et la poursuivit avec une activité telle que l'État était possesseur, en 1844, de 95 kilomètres sur les 473 kilomètres en exploitation, en 1848, de 478 kilomètres sur 1,071 kilomètres exploités, et, en 1854, de 992 kilomètres sur les 1,433 kilomètres exploités.

L'exploitation des chemins de fer par l'État n'ayant pas répondu à toutes les espérances, le Gouvernement autrichien revint au système des concessions accordées à des entreprises privées et, par une ordonnance du 14 septembre 1854, en fixa les nouvelles conditions. A partir de 1854 se formèrent alors des sociétés, non seulement pour la construction et l'exploitation de nouvelles lignes, mais encore pour la reprise des lignes de l'État.

Dès 1858, tous les réseaux des chemins de fer de l'État, sauf de petites sections d'une longueur totale de 14 kilomètres, avaient été ainsi rétrocédés à des sociétés privées. Sous ce régime, la construction des lignes fut active, surtout après 1866. En 1871 et en 1872, furent respectivement livrés à la circulation 1,238 kilomètres et 1,858 kilomètres; ce dernier nombre n'avait jamais été atteint et n'a pas encore été dépassé.

Une crise économique et financière s'étant déclarée en 1873, l'État fut amené à se charger de la construction des lignes projetées, puis à exploiter certaines lignes privées (en vertu de la loi du 14 septembre 1877, dite *de séquestration*), enfin à racheter certains réseaux en 1880 et 1881.

Le réseau de l'État se trouvant ainsi reconstitué, son organisation fut réglée d'abord par une ordonnance du 26 février 1882 sur les *Principes fondamentaux pour l'organisation de l'Exploitation par l'État des chemins de fer exploités par l'État*, puis, en 1884, par la création de la Direction impériale royale générale des chemins de fer de l'État, de Directions d'exploitations soumises à la Direction générale, et d'un conseil des chemins de fer de l'État.

Afin de relier les régions productives d'importance secondaire aux lignes principales, la construction de chemins de fer, dits *locaux*, fut facilitée par les mesures édictées par les lois des 2 mai 1880 et 31 décembre 1894.

Par suite de ces mesures, la longueur des chemins de fer locaux a atteint 3,370 kilomètres en 1894 et 4,990 kilomètres en 1898.

Les tableaux suivants résument les accroissements de la longueur et du matériel des chemins de fer et tramways autrichiens :

CHEMINS DE FER.

ANNÉES.	LIGNES OUVERTES AU TRAFIC PUBLIC.		LIGNES PRIVÉES (raccordements industriels).	EFFECTIF DU MATÉRIEL DE L'ENSEMBLE DES LIGNES OUVERTES AU PUBLIC.		
	LONGUEUR TOTALE exploitée par l'État et les Sociétés privées.	LONGUEUR exploitée par l'État.		Locomotives.	Voitures.	Wagons.
	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.			
1837	(1) 14	(1) //	//	//	//	//
1847	1,048	478	//	//	//	//
1857	1,982	805	//	//	//	//
1867	4,145	13	//	//	//	//
1877	11,255	704	527	2,296	4,854	55,185
1887	14,187	5,350	841	3,408	6,370	72,162
1897	17,338	9,498	//	//	//	//
1898	18,182	10,195	1,104	4,846	10,919	117,452
1899	18,826	10,784	1,118	5,152	11,237	122,106

(1) Les longueurs indiquées dans cette colonne comprennent les tramways à vapeur, mais non les tramways à chevaux et électriques, ni les funiculaires; ces derniers sont donnés dans le tableau ci-après.

TRAMWAYS.

ANNÉES.	LONGUEUR KILOMÉTRIQUE.			EFFECTIF DES VOITURES.		
	TRACTION ÉLECTRIQUE.	FUNICULAIRES.	TRACTION ANIMALE.	TRACTION ÉLECTRIQUE.	FUNICULAIRES.	TRACTION ANIMALE.
	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.			
1865	//	//	3.960	//	//	//
1870	//	//	21.722	//	//	//
1875	//	//	50.508	//	//	//
1880	//	//	78.873	//	//	//
1883	1.530	//	104.941	//	//	//
1885	4.476	//	120.175	//	//	//
1890	4.476	//	146.858	//	//	//
1891	5.238	0.506	158.242	//	//	//
1895	38.180	0.917	160.551	//	//	//
1898	105.196	0.917	150.433	417 (1)	8	1,185
1899	167.718	0.917	137.047	672 (2)	8	1,146

(1) Dont 278 voitures automotrices et 139 voitures d'attelage.
(2) Dont 461 voitures automotrices et 211 voitures d'attelage.

Production des ateliers de construction autrichiens.

La construction du matériel a été entreprise en Autriche une quinzaine d'années après l'ouverture du premier chemin de fer. Les ateliers, qui appartiennent aujourd'hui à la Société austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État, fondée en 1839, livrèrent, en 1840 et 1841, les premières locomotives construites en Autriche, d'après des types américains. Les ateliers de Wiener-Neustadt datent de 1842. Actuellement l'Autriche possède cinq établissements construisant des locomotives, dont les quatre plus anciens ont pris part à l'Exposition. Occupant de 4,000 à 5,000 ouvriers, leur production annuelle peut atteindre 400 à 450 locomotives par an. Les six établissements de construction de matériel roulant, qui ont envoyé à Paris des spécimens de leur fabrication, peuvent occuper de 7,000 à 10,000 ouvriers et produire par an 8,000 à 12,000 véhicules dont 1,000 à 1,200 voitures à voyageurs pour chemins de fer ou tramways. Le plus important de ces établissements est celui de Ringhoffer, de Prague, qui, accusant une production annuelle de 3,500 véhicules, doit compter parmi les plus grands ateliers de construction de matériel roulant qui existent à ce jour. La production totale des usines autrichiennes atteinte par l'amélioration apportée à l'outillage pendant ces dernières années dépasse très notablement les besoins nationaux; l'exportation est donc nécessaire pour entretenir l'activité de ces usines. C'est ainsi que la fabrique I. R. P. de machines de Vienne fait connaître que des 2,822 locomotives sorties de ses ateliers au 1er avril 1900, 497 avaient été commandées par des chemins de fer autres que ceux de l'Autriche et de la Hongrie; et que les ateliers de Floridsdorf ont exporté 129 des 1,374 locomotives construites jusqu'au 1er juin 1900. Cette exportation s'est faite dans de nombreux pays mais principalement en Russie, Roumanie, Italie, France, Turquie et Espagne.

Voie et appareils de sécurité.

Siemens et Halske. — La Société Siemens et Halske, de Vienne, avait installé à Vincennes, dans le pavillon spécial à l'Autriche, et au voisinage de ce bâtiment, de nombreux appareils se rapportant à la manœuvre des aiguilles et des signaux. Cet ensemble constituait la plus importante des expositions des divers pays se rapportant aux appareils de sécurité. La maison Siemens et Halske s'occupe de la fabrication de ces appareils depuis plus de trente ans; elle en a livré en divers pays de très nombreux exemplaires; elle a constamment apporté à ses types les modifications et perfectionnements dont l'expérience lui a fait reconnaître l'utilité. Les appareils exposés par elle sont les suivants :

A. **Appareils de commande et de centralisation divers.** — 1. Un appareil pour la manœuvre centrale d'une aiguille, par transmission à double fil de traction (modèle créé en 1887).

L'appareil assure la manœuvre et le verrouillage de l'aiguille, tout en la rendant talonnable. Les effets de la prise par le talon n'engagent pas la transmission, ils se réduisent au cisaillement des deux vis de sûreté. Course totale 500 millimètres.

2. Un appareil pour le verrouillage central d'une aiguille, par transmission à double fil, comme le précédent modèle de 1887. L'appareil a une course de 500 millimètres et permet d'assurer le verrouillage d'une aiguille dans une de ses positions seulement, ou dans les deux positions extrêmes. Environ 13,000 appareils du premier type et 2,500 du second sont actuellement en service en Autriche et en Hongrie.

3. Signal sémaphorique à un ou deux bras (modèle 1888) actionnés par une transmission à double fil de traction. La position d'arrêt est obtenue par la traction exercée sur l'un des fils et non pas par le relâchement d'un contrepoids. Les signaux sont munis d'un mécanisme déclencheur, qui empêche la manœuvre lors de la rupture de l'un quelconque des deux fils de traction, et qui fait retomber automatiquement les bras à l'arrêt, si la rupture se produit après la mise à voie libre. La course est de 250 millimètres ou 500 millimètres. Les chemins de fer austro-hongrois possèdent plus de 7,000 signaux ainsi commandés.

4. Un disque ou signal de protection à distance (modèle 1888). Dans cet appareil le disque oscille autour d'un axe horizontal porté au haut d'un mât, disposition qui a cet avantage que, sur une ligne sinueuse, le mécanicien d'un train reconnaît sans hésitation la position ouverte ou fermée du disque. Un mécanisme déclencheur le met automatiquement à l'arrêt lors de la rupture d'un des fils de transmission. Une course supplémentaire de calage assure l'exactitude des positions extrêmes du disque en compensant les pertes de la course dues aux transmissions.

5. Bloc central manœuvré par l'agent chargé de diriger les mouvements dans la gare avec boîte à enclenchement d'après le système de M. G. Rank, Conseiller au Ministère des chemins de fer de l'Autriche, commandant les signaux d'entrée et de sortie en même temps que les appareils des voies de circulation, signaux et appareils qui sont manœuvrés par deux postes d'aiguilleurs situés aux extrémités de la gare.

Ce système d'enclenchement, créé en 1891, est appliqué dans 350 gares de lignes autrichiennes, allemandes, roumaines, etc. Il est caractérisé par un dispositif clair, consistant en un plan schématique de la gare, sur lequel se déplace un bouton commandant les enclenchements, permettant de saisir facilement d'un coup d'œil, soit la manipulation à faire lors d'une manœuvre ou de la réception d'un train, soit la situation créée à chaque instant par le mouvement des trains dans la gare. Cet appareil de centralisation est peu volumineux parce que ses dimensions se déterminent non pas d'après le nombre des itinéraires qu'il s'agit d'assurer dans une gare pour l'entrée et pour la sortie des trains vers les lignes ou directions qui y débouchent, mais seulement par le nombre de ces lignes mêmes.

Les enclenchements réalisés par l'appareil de M. Rank ont pour résultat que :

1° Un aiguilleur ne peut manœuvrer que les appareils qui ont été reliés par l'agent du poste central au bloc de la gare;

2° Il est impossible de relier simultanément à un même tronc plusieurs voies aboutissant d'un même côté de la gare;

3° Par contre, on peut relier simultanément une même voie à deux voies qui aboutissent aux côtés opposés de la gare, de façon à permettre le passage, quand les aiguilles sont fermées;

4° Les signaux à distance des directions opposées ne peuvent pas être débloqués tous deux, pour la même voie, et le déblocage n'est possible que dans une seule direction;

5° Les signaux à distance de toutes les directions sur des voies différentes peuvent être débloqués pourvu que ces voies ne se croisent pas [1].

6. Appareil de commande pour un poste d'aiguilleur muni de blocs, de commutateurs et de tableaux, permettant l'enclenchement des signaux et des aiguilles des lignes de circulation auxquelles le poste donne accès, d'après le système de M. G. Rank.

Cet appareil, d'un type récent (modèle 1897), est appelé à remplacer le modèle employé jusqu'à ce jour sur les réseaux de l'Autriche-Hongrie. Il en a déjà été livré 41 (contre 1,408 du modèle antérieur). Les leviers de commande sont inclinés de 25 degrés dans leur position extrême par rapport à la verticale, ce qui en rend la manœuvre commode. Ils sont en plus talonnables. Les appareils de manœuvre des aiguilles, lors de la prise par le talon, réagissent sur la transmission de telle sorte que l'agent du poste est averti du talonnage et qu'il ne lui est plus possible de manœuvrer une aiguille talonnée qu'après avoir remis en état cette aiguille et sa transmission, opération que l'aiguilleur exécute sans quitter sa cabine, en se servant d'un levier spécial auxiliaire qui se trouve à sa disposition.

L'emplacement exigé pour les commandes et accessoires de l'enclenchement d'une ligne de circulation est de 75 millimètres, cet emplacement venant simplement s'ajouter à celui exigé par les leviers de commande.

B. **Appareils de manœuvre électrique des aiguilles et des signaux Siemens et Halske.** — Les appareils de manœuvre électrique des aiguilles et des signaux exposés par la maison Siemens et Halske étaient les suivants :

1. Appareil de manœuvre électrique d'une aiguille (modèle 1893) dont 244 exemplaires ont déjà été livrés par la maison Siemens et Halske;

2. Signaux commandés électriquement (modèle 1893), dont 134 exemplaires ont été livrés;

3. Appareils de commande pour un poste d'aiguilleur dont dépend un groupe d'appareils, type 1898. 13 appareils identiques ont été mis en service, après 6 autres un peu différents;

4. Un appareil de commande central, manœuvré par l'agent ayant la direction et le

[1] Comme il n'est pas possible de faire comprendre cet appareil fort ingénieux sans de nombreuses figures, nous sommes obligés de renvoyer le lecteur à la description qui en a été faite dans le numéro 22 de 1898 de *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines.*

contrôle de tous les mouvements d'une gare, et par conséquent des postes d'aiguilleurs : 6 appareils de ce modèle 1898 sont en service; ils ont été précédés de 6 autres de disposition un peu différente.

Le système actuel de commande électrique des aiguilles et des signaux de la maison Siemens et Halske consiste à actionner chacun de ces appareils par une petite dynamo montée sur l'appareil à manœuvrer. Des fils conducteurs la relient à un commutateur placé dans le poste. Une batterie d'accumulateurs fournit le courant nécessaire à la tension de 100 à 120 volts. La dynamo est à excitation en série; ses inducteurs, de forme fermée, sont à double enroulement pour permettre la marche dans les deux sens. Un des balais de la dynamo est constamment relié par un fil conducteur au pôle négatif de la batterie; l'autre balai est relié par un commutateur à deux branches à l'un ou à l'autre des deux enroulements inducteurs. Ce commutateur est relié à l'aiguille ou au signal de telle sorte qu'il saute brusquement d'une position à la position opposée lorsque l'appareil à manœuvrer a atteint une de ses positions extrêmes. Dans le poste, un autre commutateur à deux branches permet de relier le pôle positif de la batterie à l'un ou à l'autre de deux fils de ligne aboutissant aux deux enroulements, et de faire tourner la dynamo dans l'un ou l'autre sens. A l'état de repos, ces deux commutateurs sont en discordance et la dynamo est mise en court circuit, ce qui présente deux grands avantages : il se produit lors de la coupure du courant un contre-courant qui fait fonction d'un frein énergique, et un courant parasite circulant dans la ligne ne peut pas mettre le moteur en mouvement.

Le commutateur monté sur la dynamo est disposé de telle sorte que, lorsque l'aiguille ou le signal occupe bien l'une de ses deux positions extrêmes, l'une de ses branches relie un quatrième fil conducteur avec celui des deux conducteurs aboutissant au pôle positif de la batterie, qui n'est momentanément pas en circuit avec l'induit de la dynamo. Ce quatrième conducteur aboutit, à travers les bobines à grande résistance d'un électro-aimant, au pôle négatif de la batterie. De là résulte qu'au repos cet électro-aimant est parcouru par un courant, tandis que tant que la dynamo tourne il ne reçoit plus de courant.

A la fin de chaque manœuvre, un voyant fixé à l'armature de l'électro-aimant se déplace et donne ainsi à l'agent du poste la preuve que le mouvement de l'aiguille ou du signal est bien achevé. Il est possible de faire jouer à cet électro-aimant le rôle d'un contrôleur très important en faisant passer ce quatrième conducteur sur des contacts disposés sur les parties mobiles des appareils qui intéressent la sécurité de la circulation.

Le déplacement du voyant par l'électro-aimant donnera l'assurance que ces parties mobiles occupent les positions convenables.

Les aiguilles sont commandées de la façon suivante : la dynamo motrice fait tourner, par une vis sans fin, un plateau sur l'arbre duquel est calée la manivelle à laquelle est reliée la tringle de manœuvre de l'aiguillage. Celui-ci peut être talonnable; dans ce cas, la liaison de la manivelle au plateau est élastique et cède sous un effort supérieur

à celui que demande la manœuvre ordinaire de l'aiguille. Le poste central est avisé électriquement lorsqu'une aiguille est ouverte par une prise de talon.

La commande des signaux est plus simple que celle des aiguilles. Le plateau actionné par la vis sans fin de la dynamo porte une rainure sur chacune de ses faces; l'une de ces rainures commande le commutateur du sens de marche; l'autre, le levier de manœuvre du signal. Pour la mise à voie libre, le levier de manœuvre est accouplé à l'aile du sémaphore par l'intermédiaire d'un puissant électro-aimant. Pour la fermeture, le levier de manœuvre est accouplé rigidement. Le signal ne se met donc à voie libre et n'y reste que si l'électro-aimant est parcouru par un courant.

Cette disposition permet de commander par une seule dynamo toutes les ailes montées sur un même mât, en munissant chaque aile d'un mécanisme de commande à électro-aimant. Pour tous les signaux, le poste mettra en mouvement la dynamo; seules se lèveront les ailes dont les électros seront parcourus par un courant. Cet accouplement électrique permet de simplifier l'appareil de commande du poste et d'établir toutes les dépendances nécessaires entre les signaux et les appareils de la voie. En disposant convenablement des contacts de rails et des interrupteurs, on obtient que le signal ne peut être mis à voie libre que si toutes les aiguilles de l'itinéraire à ouvrir sont bien disposées, si aucun véhicule ne stationne sur les voies, si les aiguilles des voies latérales donnant accès sur la voie de l'itinéraire considéré ne permettent pas de prise en écharpe, etc. Il semble que l'on obtient ainsi une garantie supérieure à celle que donne l'enclenchement mécanique usuel, réalisé dans le poste, des leviers de commande des aiguilles et des signaux.

Disposition de l'appareil de commande ou central. — Les leviers au moyen desquels sont mus les commutateurs lançant les courants dans les dynamos des aiguilles et des signaux peuvent être de petites dimensions. Ils sont enclenchés entre eux par des barres qui établissent les dépendances nécessaires. Il y a une barre pour chaque signal. Lorsque le signal a été ouvert, sa barre est enclenchée par un verrou dépendant d'un électro-aimant. Tant que celui-ci ne sera pas traversé par un courant, la barre restera immobilisée et l'on peut faire en sorte que ce courant ne se produise que lorsque le train aura atteint un point déterminé de son parcours dans la gare et aura actionné un appareil à contact, ou se trouvera sur une section de rails isolés [1].

En outre de l'enclenchement des appareils qui se trouvent sur la voie à parcourir, il est encore possible de verrouiller les leviers des commutateurs qui permettent d'ouvrir les aiguilles des voies latérales; pour cela, il suffit d'isoler l'un des rails devant chacune de ces aiguilles et de le relier à un électro-aimant commandant le commutateur de chaque aiguille. Ce commutateur restera verrouillé tant qu'un essieu se trouvera sur le rail isolé.

Il est encore possible de charger le train arrivant de produire les enclenchements nécessaires; disposition qui peut être avantageuse lorsque le mouvement est très intense.

[1] Un spécimen de rails isolés était exposé à Vincennes.

D'après la maison Siemens et Halske l'énergie nécessaire pour manœuvrer électriquement les aiguilles et les signaux est très faible. D'après les installations déjà faites, il suffit de 0,2 kilowatt-heure par dynamo motrice et par vingt-quatre heures. Une lampe à incandescence de 16 bougies absorbant en vingt-quatre heures environ 1,2 kwh., il en résulte que 6 aiguilles ou signaux n'exigent pas pour leur manœuvre plus d'énergie qu'une lampe à incandescence de 16 bougies.

La maison Siemens et Halske réclame, en faveur de la commande électrique des aiguilles et des signaux, les avantages suivants :

1° Réduction considérable du travail corporel fourni par les sémaphoristes; par suite il faut un personnel moins nombreux dans les grands postes;

2° Les appareils centraux exigeant peu de place peuvent être plus facilement installés que les appareils mécaniques au point de la gare le plus avantageux pour le service;

3° Suppression de transmissions encombrantes et gênantes;

4° Pendant les périodes de transformation et de réparation les aiguilles peuvent rester reliées à l'appareil central et des aiguilles provisoires y être rattachées, des fils conducteurs de secours étant facilement posés;

5° Les commandes électriques permettent d'établir facilement les dépendances utiles entre les positions réelles des aiguilles et des signaux, et elles comprennent les dispositifs nécessaires pour le contrôle de ces positions;

6° Ces commandes électriques peuvent s'appliquer à des appareils de calage talonnables et à des signaux quelconques;

7° Il est possible de mettre les signaux à l'arrêt du poste central, et, si on le désire, de points quelconques de la gare;

8° La dépense de courant électrique est faible;

9° Le service se fait plus rapidement que dans les installations mécaniques. Des itinéraires comportant 20 aiguillages seraient mis en état de recevoir un train en vingt secondes;

10° En disposant à chaque aiguillage un rail isolé la présence d'un véhicule sur cet aiguillage est constamment révélée à l'appareil central, ce qui est une garantie pendant les temps de brume, de brouillard ou de chute de neige.

C. **Block-system Siemens et Halske.** — Les appareils de block-system Siemens et Halske ont été imaginés il y a maintenant plus de vingt-cinq ans par les frères Siemens. Ils figuraient déjà à l'Exposition de Vienne en 1873. Si les constructeurs ont conservé les principes d'après lesquels sont établis leurs appareils, ils ont constamment amélioré la construction et ajouté successivement diverses dispositions qui rendent le fonctionnement plus sûr.

Les appareils Siemens fonctionnent sous l'action de courants alternatifs d'induction qui, passant dans un électro-aimant, impriment un mouvement oscillant à une armature sur l'axe de laquelle est calée une ancre. L'emploi de courants alternatifs a pour avantage de soustraire les appareils à l'influence soit de l'électricité atmosphérique,

soit de courants continus parasites ou vagabonds, courants que l'on doit craindre lorsque les appareils de block se trouvent dans le voisinage d'un tramway électrique ou d'une ligne de transport de force. L'ancre engrène avec les dents d'un secteur dont l'abaissement est provoqué par son poids ou dont le relèvement se produit sous l'action d'un ressort bandé par une manœuvre du sémaphoriste. L'envoi d'une série de courants alternatifs fait passer le secteur de la position relevée à la position abaissée, ou inversement.

Tant que le secteur est abaissé, il maintient verrouillé par l'intermédiaire d'une tige et d'un cliquet le tambour sur lequel s'enroulent les deux fils manœuvrant l'aile du sémaphore.

L'envoi par un poste d'une série de courants alternatifs produit deux effets; il bloque l'appareil du poste et il débloque l'appareil du poste d'amont.

Les inducteurs sont disposés de façon à produire soit une série de courants alternatifs, soit un courant continu intermittent. Celui-ci est employé à actionner les sonneries qui servent aux postes à s'envoyer des avis. Le courant continu ainsi produit est d'une intensité insuffisante pour faire mouvoir les armatures des électro-aimants et par suite les secteurs dentés, ce qui permet de ne relier les appareils des postes successifs que par deux fils de ligne. Le fil de ligne reliant les blocks de la voie I sert à actionner les sonneries de la voie II. Cette disposition donne un contrôle du bon état des contacts.

Les perfectionnements imaginés dans ces dernières années, et que montrent les appareils exposés, sont les suivants :

Lorsqu'un sémaphoriste a produit dans son appareil une série de courants alternatifs, il ne peut plus produire une seconde série jusqu'à ce que son collègue du poste d'aval l'ait débloqué.

Un dispositif montre au sémaphoriste qu'il n'a pas envoyé un nombre suffisant de courants alternatifs pour caler complètement le tambour de manœuvre de son signal et débloquer le poste d'amont. Chaque sémaphore doit avoir été mis à voie libre avant de pouvoir être de nouveau bloqué. Cette condition est remplie par un appareil de verrouillage disposé à côté du tambour et actionné soit mécaniquement, soit électriquement par un courant électrique que ferme une pédale ou un appareil à contact.

Enfin, le bloquage n'est possible que si le train a franchi soit des rails isolés, soit un appareil à contact disposé en aval du sémaphore, à une distance convenable pour la protection du train.

Par l'ensemble de ces dispositions, un sémaphoriste ne peut pas bloquer plusieurs fois de suite son appareil, en débloquant simultanément le poste d'amont et, par conséquent, ne peut pas laisser entrer plusieurs trains dans la section.

Il faut remarquer que l'automaticité n'intervient dans les appareils Siemens et Halske que pour le fonctionnement des appareils à contact empêchant un poste de se bloquer avant que le train ne l'ait dépassé d'une certaine distance.

Notons que le sémaphoriste ne doit bloquer son appareil et par suite débloquer celui

d'amont que s'il s'est assuré que le train qui vient de franchir son sémaphore est bien complet. Pour les cas de dérangements ou d'un bloquage produit à tort par l'agent, celui-ci possède une clef qui lui permet, après avoir brisé un plomb, de débloquer son appareil en faisant osciller l'axe portant l'armature et l'ancre sans l'intervention des courants alternatifs.

Tels qu'ils sont actuellement construits les appareils Siemens et Halske sont robustes et durables; les ingénieurs autrichiens qui en font usage nous ont dit qu'ils exigent peu d'entretien.

Les appareils de block-system exposés étaient les suivants :

Appareils de block-system (modèle 1895) pour ligne à double voie ou à voie unique, si l'on ne demande dans ce dernier cas que la protection des trains consécutifs.

Les particularités de ce type sont les suivantes :

Le poste bloqueur ne peut ouvrir la section précédente que si le train est complètement engagé dans la section suivante et est de plus complètement couvert par le signal donnant accès à cette dernière. Ce résultat est obtenu par l'action de rails isolés ou de pédales électriques placées à une distance convenable en aval des sémaphores. Le dernier poste bloqueur commandant le disque d'entrée d'une gare est en plus muni d'un dispositif automatique destiné à protéger contre les accidents qui surviennent souvent par le fait de l'arrêt d'un train devant le disque d'entrée. Grâce à ce dispositif la fermeture et le bloquage du disque dans sa position d'arrêt ne déterminent l'ouverture du sémaphore donnant accès à la dernière section que si le premier train attendu a réellement dépassé le disque, a pénétré dans la gare et se trouve alors protégé par le disque. Dans le cas contraire, le bloquage du disque ne produit aucun effet sur le signal précédent. Sur 451 appareils fournis par la maison Siemens et Halske pour postes bloqueurs, d'une construction analogue, il y en a 190 du modèle 1895.

Appareils de block-system (modèle 1898) pour ligne à voie unique, avec protection, non seulement des trains consécutifs, mais aussi des trains marchant en sens contraire.

Les signaux de sortie des gares voisines sont réciproquement enclenchés, indépendamment et en sus de l'enclenchement ordinaire produit par les postes bloqueurs réglant la succession des trains. La possibilité de faire partir un train d'une gare A dépend par conséquent du consentement supplémentaire à obtenir de la station voisine B vers laquelle le train doit se diriger. Cette station B ne peut accorder ce consentement, c'est-à-dire que le mécanisme ne lui permet l'opération nécessaire à cet effet, que s'il n'y a plus de train entre A et B marchant en sens contraire. De plus, par le fait d'avoir transmis son consentement, la station B enclenche son propre signal de sortie dans la position d'arrêt. La station B peut accorder autant de consentements successifs sur le même fil qu'il y a de sections de block, entre les deux gares A et B, à la condition qu'un consentement antérieur soit déjà utilisé. Chaque consentement accordé enclenche de nouveau le signal de sortie de la station B, de sorte que l'agent chargé de la manœuvre des signaux de la station B voit toujours sur son appareil le

nombre des trains attendus, et comme chaque train réellement arrivé dans sa station et régulièrement couvert par le disque provoque automatiquement, lors du blocage du disque, le déclenchement d'un seul des mécanismes de consentement, la station B ne peut manœuvrer son signal de sortie vers A qu'après l'arrivée du dernier train attendu.

En Autriche, 11 gares sont munies, depuis 1898, de 18 appareils de ce type commandant 27 sections de block et les postes bloqueurs correspondants.

Appareils de block-system pour ligne à double voie, avec block d'avertissement. — Ce modèle a été créé en 1898, surtout pour les lignes à fort trafic ayant une succession de trains à intervalles très rapprochés, comme sur les métropolitains.

Ce système joint aux qualités et avantages du système simple du type de 1895 ceux d'éviter les dérangements dans la marche des trains qui peuvent résulter de ce qu'un poste bloqueur n'effectue pas son opération de blocage en temps utile, c'est-à-dire avant que le train n'ait atteint et dépassé le poste suivant, notamment avant que ce dernier n'ait effectué son opération de blocage. Avec ce système, la mise à voie libre d'un signal D dépendra de la fermeture du signal suivant E, tandis que la possibilité de le bloquer à l'arrêt dépendra de l'accomplissement préalable de cette opération par le poste précédent C.

La maison Siemens et Halske a livré, jusqu'en 1900, 28 postes bloqueurs et 12 postes aiguilleurs des gares intermédiaires.

Appareils de block de M. Fr. Krizik, à Prague-Karolinenthal[1]. — Les appareils exposés par M. Fr. Krizik permettent de réaliser un block-system complètement ou partiellement automatique.

Une installation automatique comprend des sémaphores à manœuvre électrique, des appareils de block, des contacts ou pédales sur la voie, des fils de ligne, une batterie d'accumulateurs fournissant le courant moteur.

Dans le cas où le block n'est que partiellement automatique, aux précédents appareils viennent s'ajouter des signaux, dits *de coopération,* qui doivent avoir été manœuvrés par les sémaphoristes pour que les circuits nécessaires pour le déplacement des ailes des sémaphores soient fermés.

Sémaphores électriques. — La tringle qui actionne l'aile du sémaphore est reliée à une manivelle calée sur l'axe d'une roue dentée, laquelle est conduite par un pignon monté sur l'arbre d'une dynamo. Celle-ci tourne dans un sens ou dans l'autre suivant le sens du champ produit par son inducteur. Lorsque l'aile va atteindre l'une de ses deux positions extrêmes, un double commutateur se déplace, ce qui change le sens de rotation ultérieure de la dynamo et met en communication avec le poste d'aval en remplacement du poste d'amont, ou inversement.

Appareils de block. — La partie principale de l'appareil de block consiste en un com-

[1] La description de cet appareil se trouve dans le n° de juin 1901 de la Revue *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens.*

mutateur commandé par une petite dynamo à champ réversible, comme pour les sémaphores électriques. Lorsque le système n'est pas complètement automatique, l'appareil de block comprend deux boutons; l'un d'eux est à la disposition de l'agent et lui permet de mettre son propre sémaphore à l'arrêt; le second, qui est plombé, permet de débloquer le poste d'amont en cas de dérangement des appareils.

Contacts de voie. — Un contact de voie ou une pédale est installé à une distance convenable au delà de chaque sémaphore. Le passage d'un véhicule sur ce contact ferme le circuit du courant de la batterie d'accumulateurs passant dans la dynamo de l'appareil de block et détermine la rotation de celle-ci dans un des deux sens.

Batteries d'accumulateurs. — Dans chaque gare se trouve une batterie d'accumulateurs qui fournit le courant aux appareils de la gare et de la moitié des postes des sections en amont et en aval de cette gare.

Signal de coopération. — Le signal de coopération est ajouté aux appareils précédents dans le système incomplètement automatique. Lorsqu'un train est annoncé, le sémaphoriste doit ouvrir ce signal, normalement à l'arrêt, pour que le circuit reliant le contact de rail à l'appareil de block ne soit plus coupé.

Pour montrer les principes du système Krizik, il nous semble suffisant d'indiquer le fonctionnement d'un poste intermédiaire dans le cas où les appareils sont du type partiellement automatique :

Un train étant annoncé, le sémaphoriste ouvre son signal de coopération, ce qui ferme le circuit entre le contact de rail et la dynamo de l'appareil de block. Dès que la locomotive ou un véhicule atteint le contact, le courant de la batterie d'accumulateurs peut passer dans l'inducteur de la dynamo de l'appareil de block. La rotation de cette dynamo déplace le commutateur qu'elle commande. Dès lors le courant de la batterie ne passe plus par le contact de rail, mais est dirigé dans l'inducteur de la dynamo actionnant le sémaphore du poste, la fait tourner, *ce qui produit la mise à l'arrêt de l'aile.* Le déplacement du commutateur de l'appareil sémaphorique se produit alors et le sémaphoriste peut, en actionnant un commutateur, diriger par le fil de ligne le courant de la batterie dans l'inducteur de la dynamo commandant l'aile sémaphorique du poste d'amont, *ce qui en produit la mise à voie libre.* L'achèvement du mouvement de cette aile produit le renversement du commutateur correspondant, et alors le courant de la batterie revient au poste d'où il est parti en produisant le renversement du champ de la dynamo de l'appareil de block du poste considéré. Cette dynamo tourne en sens inverse du mouvement de rotation pris lors de la fermeture du premier courant par le train et cela ramène son commutateur à sa première position.

On voit que le système Krizik est ingénieusement combiné, mais il exige l'emploi de courants continus.

MM. Leopolder et fils, à Vienne. — L'exposition de ces constructeurs doit être particulièrement signalée; on y remarquait :

1° Les signaux à cloche, actionnés par des courants alternatifs et combinés avec

des téléphones, de telle sorte que les fils de ligne, par lesquels sont envoyés les courants alternatifs actionnant les cloches[1], sont utilisés pour les transmissions téléphoniques. Dans ce système, chaque poste de gare ou intermédiaire comprend :

a. Un inducteur pouvant produire soit des courants alternatifs pour actionner les cloches, soit un courant continu intermittent qui sert à faire tinter des sonneries d'appel;

b. Un microtéléphone avec bobine d'induction et pile locale;

c. Des commutateurs, dont quelques-uns se déplacent automatiquement et par lesquels l'agent peut relier les appareils au fil de ligne pour envoyer un signal ou un avis, puis mettre dans le circuit de ce fil le téléphone ou l'inducteur, en faisant produire à celui-ci soit des courants alternatifs, soit un courant continu intermittent.

Dans les signaux de cloche usités sur les chemins de fer autrichiens, les différentes combinaisons de tintement de durées déterminées sont assez compliquées et exigent de la part des agents de l'habileté et de l'attention pour que les signaux produits soient bien nets. Aussi MM. Leopolder ont-ils cherché à réaliser des dispositifs automatiques d'émission des signaux qui réduisent le rôle des agents soit à tourner une manivelle, dans le cas de l'emploi de courants continus pour actionner les cloches, soit à déclencher un mécanisme à contrepoids moteur, s'il est fait usage des courants alternatifs.

L'installation exposée, qui était du type des chemins de fer de l'État d'Autriche, comprenait des mécanismes de ce dernier type. Ces appareils automatiques ont cet autre avantage de supprimer de notables pertes de temps pour les agents des gares qui ont à émettre de fréquents signaux d'annonce de trains.

Ajoutons que, dans ces dernières années, il a été fait en Autriche de nombreuses installations de téléphones combinés avec les signaux à cloche.

2° Un signal à distance (disque) manœuvré par des courants alternatifs et continus combinés, avec un dispositif de contrôle permettant à la gare de connaître avec certitude la position du signal, alors même qu'elle ne peut pas le voir. Dans ce système, le disque monté sur un axe horizontal tend à tourner sous l'action d'un contrepoids que l'on doit remonter en temps voulu. Le mécanisme moteur à contrepoids peut être déclenché par l'un ou l'autre des deux appareils actionnés l'un par le courant continu et l'autre par des courants alternatifs. La rupture du courant continu fait agir l'appareil de déclenchement qu'il traverse. Le disque, qui était horizontal, tourne de 90 degrés; à la fin de ce mouvement, l'appareil de déclenchement à courant continu est automatiquement remplacé par l'appareil à courants alternatifs; une émission de ces courants est alors nécessaire pour produire la remise à voie libre par une nouvelle rotation de 90 degrés qui ramène le disque à la position horizontale. A la fin de cette nouvelle rotation, le déclenchement à courant continu se substitue à l'autre, mais il faut que le fil de ligne

[1] L'emploi de cloches pour avertir les agents des gares et des voies remonte à 1846, époque de la construction, par M. Léonhardt, de telles cloches pour les chemins de fer de la Thuringe. MM. Siemens et Halske en construisirent dès 1847. Les cloches du type Leopolder remontent à 1861. C'est donc à juste titre que ces appareils avertisseurs sont dénommés, en France, *cloches allemandes*.

soit à ce moment parcouru par un courant; s'il en est autrement, le déclenchement est ouvert et le disque continuant à tourner se remet à l'arrêt.

Le courant continu sert donc de courant de contrôle; son interruption en un point quelconque produit la mise à l'arrêt du disque. Le même effet se produit lorsque le contrepoids a sa corde rompue ou arrive à l'extrémité de sa course.

Ce système de commande électrique a été appliqué sur quelques lignes autrichiennes à fortes courbes sur lesquelles la commande des disques par doubles fils présentait des difficultés particulières.

La Société anonyme pour la construction de machines (ancienne maison Breitfeld, Danek et Cie), à Prague-Karolinenthal, avait exposé des appareils d'enclenchement combinés avec des appareils de block système *Siemens et Halske;*

Des appareils de verrouillage d'aiguille des systèmes Hanning et Breitfeld, Danek et Co, et un signal à trois bras sur mât métallique.

MM. Étienne de Götz et fils, à Vienne. — Parmi les objets exposés par MM. Étienne de Götz et fils nous citerons une serrure simple, analogue à la serrure Annett, pour immobiliser une pointe d'aiguille;

Une serrure d'aiguille combinée avec une serrure de signal;

Un appareil portatif, sorte d'étau à vis, pour immobiliser temporairement une aiguille;

Des appareils à contact pour l'ouverture de circuits électriques;

Un poste de manœuvre et de calage à distance des aiguilles et des signaux.

J. de Götz. — M. Joseph de Götz avait installé, à Vincennes, divers appareils pour la manœuvre des barrières de passage à niveau, de systèmes imaginés par lui ou lui appartenant.

En Autriche, il est fait usage, pour les passages à niveau, de barrières consistant en un mât, oscillant autour d'un axe horizontal le traversant vers l'une de ses extrémités, mât maintenu horizontal pour fermer le passage et relevé presque verticalement pour l'ouverture. Afin d'empêcher les enfants et les petits animaux de pénétrer sur la voie, un filet attaché au mât pend verticalement lorsque le mât est horizontal. Les barrières métalliques sont constituées par des mâts en tubes de fer équilibrés par des contrepoids auxquels sont accrochées des tiges métalliques qui constituent le filet.

C'est pour la manœuvre de telles barrières que M. Joseph de Götz avait exposé un mécanisme de fermeture avec un dispositif déterminant la sonnerie d'un timbre, pendant une durée variable à volonté, cette sonnerie se produisant toujours avant que le mouvement d'abaissement du mât commence à se produire.

Cet effet est obtenu par un ensemble de poulies et tambours concentriques, reliés par des encliquetages, de telle sorte que la poulie actionnée par la transmission (fil ou engrenage) ne soit embrayée avec la poulie qui commande le mouvement de la barrière qu'après un certain nombre de tours de la première, tours utilisés pour actionner les

marteaux du timbre. Ceux-ci sont d'ailleurs disposés de telle sorte qu'ils n'agissent pas pendant l'ouverture de la barrière.

Un autre appareil breveté par M. J. de Götz permet d'obtenir la fermeture automatique de la barrière par le déclenchement d'un contrepoids qui a été remonté par l'agent lors de l'ouverture précédente de ladite barrière.

Deux autres appareils exposés (dont l'un est breveté au nom de M. Félix de Waldner) ont pour but d'assurer que la fermeture de la barrière ne peut être faite que si elle a été précédée d'une sonnerie de timbre [1].

Czeija, Nissl et C°. — MM. Czeija, Nissl et C° (fabriques réunies de téléphones et télégraphes, à Vienne) ont présenté un signal à distance, à commande par contrepoids, déclenché électriquement, avec courant de contrôle, assez analogue au dispositif décrit à propos de l'exposition de M. Leopolder; toutefois, ici, le disque tourne autour d'un axe vertical; des appareils à cloches, également analogues à ceux précédemment décrits.

Locomotives.

Six locomotives, dont cinq à voie normale et une pour voie étroite, étaient exposées dans la section autrichienne :

Société I. R. privilégiée des chemins de fer de l'État, à Vienne : 1° une locomotive, série 9 n° 921, compound à 2 cylindres, à 3 essieux accouplés et bogie, destinée aux lignes à fortes rampes des chemins de fer de l'État autrichien. Le tender de cette locomotive n'était pas exposé; 2° une locomotive-tender, série 30 n° 13004, compound à 2 cylindres, à 3 essieux accouplés et essieu radial à l'avant et à l'arrière, pour le chemin de fer métropolitain de Vienne.

Société anonyme pour la construction de locomotives, anciennement Sigl, à Wiener-Neustadt : 1° une locomotive à voyageurs à grande vitesse, série IIb, n° 252, du type Atlantic, à simple expansion, destinée aux chemins de fer du Nord Empereur-Ferdinand. Cette locomotive était munie d'un tender à 3 essieux; 2° une locomotive à voyageurs pour fortes rampes, série n° 170, n° 17009, compound à 2 cylindres, à 4 essieux accouplés et essieu porteur radial avant.

Cette dernière locomotive est destinée aux chemins de fer I. R. de l'État autrichien pour le service des trains de l'Arlberg, ligne de Landegg-Bludenz; elle est aménagée suivant le système Holden pour brûler des résidus de pétrole pendant le passage du tunnel de l'Arlberg. Son tender n'était pas exposé.

Société anonyme viennoise de locomotives, à Floridsdorf, près Vienne : une locomotive à voyageurs, série 106, n° 10652, compound à 2 cylindres, à 2 essieux ac-

[1] La *Revue générale des chemins de fer* a publié, dans son numéro de janvier 1901, une description très complète de ces divers appareils.

couplés et bogie, destinée aux trains rapides et express de l'État autrichien. Cette locomotive était munie d'un tender à 3 essieux.

Société anonyme Krauss et Cie, à Linz-sur-Danube : une locomotive-tender pour voie de 0 m. 760, série U, n° 4402, à simple expansion, à 4 essieux dont 3 accouplés. Cette locomotive, munie d'un truck Krauss combinant l'essieu accouplé arrière et l'essieu porteur, était destinée aux chemins de fer de l'État autrichien, réseau du Zillerthalbahn.

Voitures.

Les onze voitures suivantes étaient exposées par les constructeurs autrichiens :

Fabrique de Brunn-Königsfeld, Lederer et Porges : 1° une voiture de 3e classe à intercirculation et à 2 essieux, Ce 10278; cette voiture contient 48 places; 2° un fourgon à bagages, à intercirculation et à 3 essieux, De 16612. Ces deux voitures sont destinées aux chemins de fer I. R. de l'État autrichien.

F. Ringhoffer, à Smichow, près Prague : 1° une voiture-salon à bogies Hz 0012, destinée à la cour impériale d'Autriche; 2° une voiture à lits à bogies A n° 680 de 18 places-lits; 3° une voiture-restaurant à bogies, De n° 681, avec salon-fumoir, contenant au total 35 places. Ces deux dernières voitures construites pour la Compagnie internationale des wagons-lits sont destinées aux services de cette Compagnie entre Amsterdam et Riviera; 4° une voiture-lits de 1re et 2e classes AB Hf 248 de 44 places, destinée aux Chemins de fer Orientaux, pour le service Vienne-Constantinople.

Société anonyme pour la construction de machines et de wagons, à Vienne-Simmering : 1° une voiture de 2e classe à intercirculation et à 2 essieux, Bu 4340, de 36 places, pour le chemin de fer métropolitain de Vienne; 2° une voiture postale à 3 essieux, F 18005, destinée aux chemins de fer I. R. de l'État autrichien.

Société anonyme pour la construction de voitures et de wagons, anciennement J. Weitzer, à Graz (Styrie) : 1° une voiture de 3e classe à 2 essieux et à intercirculation, Cu 10320, de 44 places, pour les chemins de fer I. R. de l'État autrichien; 2° une voiture de 3e classe avec compartiment à bagages, à intercirculation et à 2 essieux, CDu 12164, offrant 28 places de 3e classe; cette voiture est disposée de manière à transformer le compartiment à bagages en compartiment de 3e classe de 10 places. Ces deux dernières voitures sont destinées au chemin de fer métropolitain de Vienne.

Société de construction de wagons à Nesselsdorf, en Moravie : une voiture mixte de 1re et 2e classes à bogies et à intercirculation, ABa 2179, offrant 18 places de 1re classe et 36 de 2e classe, pour les chemins de ferI. R. de l'État autrichien.

Hönigswald. — *Procédé pour la fixation sans intermédiaire du bandage au corps de roue.* — Cette exposition comprenait une roue montée et différents segments de roues.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Dans ce procédé, le bandage muni de deux talons, dont le plus saillant est à l'extérieur, est resserré sur le corps de roue. Cette opération est effectuée par l'enfoncement dans une matrice extérieure conique, sous l'action d'une presse hydraulique, du bandage chauffé au rouge. Les talons sont rabattus sur les faces inclinées de la jante du corps de roue, ce qui détermine un assemblage à queue d'hironde.

G. Weidmann. — *Ventilateur.* — M. G. Weidmann, à Vienne, exposait un ventilateur *rapide,* pour voitures de chemins de fer.

Ce ventilateur, actionné par le courant d'air créé par la marche du train, est divisé en deux parties distinctes. La partie supérieure comprend une petite turbine mise en mouvement dans un sens constant, quelle que soit la marche du train, au moyen de l'air affluant par deux manches à vent. La partie inférieure renferme la roue aspirant l'air de la voiture et le rejetant à l'extérieur. Cette roue et la turbine sont montées sur le même axe vertical. Une rosace mobile placée au pavillon de la voiture sert pour le réglage du ventilateur.

Gradlmiller. — *Appareil pour suspendre les bicyclettes.* — Des appareils de ce système étaient montés dans le fourgon à bagages De 16612, de l'État autrichien. Le porte-bicyclettes Gradlmiller est constitué par deux montants en fer fixés au plancher et aux parois verticales du fourgon, et terminés à leur partie supérieure par un étrier articulé. La bicyclette est disposée verticalement entre ces montants et est maintenue dans cette position en rabattant horizontalement l'étrier qui vient alors entourer la roue supérieure. En cas de non-utilisation, l'appareil se replie contre la paroi en ne présentant plus qu'une saillie de 25 millimètres. Dans le fourgon exposé, le compartiment à bagages de 6 m. 490 × 2 m. 740 pouvait contenir 32 bicyclettes maintenues par cet appareil et un certain espace restait libre dans le centre pour quelques bagages.

Freins pour voitures de chemins de fer. — MM. Hardy frères exposaient des garnitures et différentes pièces d'appareillage du frein à vide automatique Smith-Hardy. Ce système de frein est décrit dans la 3e partie, au chapitre *freins continus.*

Wagons.

Les 3 wagons à voie normale suivants étaient exposés par les constructeurs autrichiens et destinés aux chemins de fer I. R. de l'État.

F. Ringhoffer, à Smichow : un wagon à bière Gh 223036, à 2 essieux, avec appareil réfrigérant type *Pilsen.*

Société de construction de machines et de wagons, à Sanok (Galicie) : un wagon réfrigérant, à 2 essieux, Gf 21039, destiné au transport de la viande.

Société de construction de wagons, à Nesselsdorf, en Moravie : un wagon-tombereau à 2 essieux, J. K. 89969, avec hauts-bords amovibles.

La Société générale autrichienne des transports, à Vienne, exposait un wagon à 2 essieux, K 72627, disposé pour le déchargement rapide de la houille, des minerais, betteraves, etc.

Le chevalier Wladimir de Lewicki exposait une serrure de sûreté pour portes coulissantes de wagons dont la clef ne peut être introduite, après fermeture, sans rompre un plomb ou un carton.

Tramways.

Deux voitures de tramways automotrices électriques étaient exposées dans la Section autrichienne :

Société pour l'exploitation et la construction des tramways à Vienne : une voiture n° 300 montée sur deux trucks à traction maximum et offrant 30 places d'intérieur et 10 sur les plates-formes. Cette voiture, construite par F. Ringhoffer, est destinée aux chemins de fer électriques de Vienne.

F. Ringhoffer, à Smichow : une voiture salon n° 200 montée également sur deux trucks à traction maximum et contenant 20 places d'intérieur et 6 places debout sur les plates-formes. Cette voiture est destinée à l'administration des tramways électriques de Prague. L'équipement électrique du premier tramway était fourni par la maison Siemens et Halske, à Vienne, celui du deuxième par la maison Krizik, à Prague.

Cette dernière maison exposait, en outre, des appareils se rapportant à la traction électrique des tramways par conducteur aérien et trolley, parmi lesquels nous citerons des supports, isolateurs et pièces diverses pour conducteurs aériens; des interrupteurs; un contrôleur série parallèle et un électro-moteur pour tramway.

BELGIQUE.

Superficie	29,460 kilomètres carrés.
Population	6,745,000 habitants.

Historique des chemins de fer belges. Effectif du matériel. — Le premier chemin de fer belge, de 14 kilomètres de longueur, de Bruxelles à Malines, construit par l'État, a été ouvert à l'exploitation en 1835; puis, en 1847, fut ouverte la première ligne concédée à une compagnie privée : la ligne d'Anvers à Gand.

Actuellement, on peut diviser en quatre groupes les voies ferrées belges, à savoir : le réseau de l'État, les lignes appartenant à des compagnies et exploitées par elles, le réseau de la Société nationale des chemins de fer vicinaux, les lignes de tramways.

Le réseau de l'État belge date de 1835. Son étendue et son matériel se sont notablement développés pendant les vingt dernières années, soit par la construction de nouvelles lignes, soit par le rachat de lignes exploitées par des sociétés privées, comme le montrent les chiffres du tableau ci-après.

ANNÉES. — 31 DÉCEMBRE.	LONGUEUR EXPLOITÉE			EFFECTIF DU MATÉRIEL.				
	À VOIE UNIQUE.	À DOUBLE VOIE.	ENSEMBLE.	LOCOMOTIVES.	VOITURES À VOYAGEURS.	FOURGONS et ACCESSOIRES G. V.	WAGONS À MARCHANDISES.	WAGONS DE SERVICE.
	kilom.	kilom.	kilom.					
1879	1,249 0	1,337 0	2,586 0	(2) 1,162	2,558	885	31,580	553
1889	1,874 7	1,334 2	3,208 9	(3) 1,861	3,363	1,312	42,120	935
1899	2,511 7	1,547 8	(1) 4,059 5	(4) 2,671	(6) 4,884	2,018	(7) 59,038	1,510
1900	2,467 8	1,592 2	4,060 0	(5) 2,739	(6) 5,093	2,013	(8) 62,700	1,522

(1) Ce chiffre se décompose comme suit :

Lignes appartenant à l'État	3,675k 3
Lignes exploitées par l'État moyennant un loyer ou une part de recettes	344 5
Lignes appartenant à des compagnies et exploitées en commun avec l'État ou empruntées en transit par lui	39 7
TOTAL ÉGAL	4,059 5

Cette longueur de 4,059 kilom. 5 est à l'écartement normal de 1 m. 435, sauf la ligne vicinale de Mons à Boussu (10 kilom. 7) qui est à voie de 1 mètre d'écartement. — (2) Dont 13 voitures à vapeur. — (3) Dont 50 voitures à vapeur. — (4) Dont 54 voitures à vapeur et 46 locomotives-fourgons. — (5) Dont 49 voitures à vapeur et 46 locomotives-fourgons. — (6) Dont 5 voitures automotrices à accumulateurs, 12 voitures automobiles à trolley et 12 voitures de remorque. — (7) Dont 9,668 wagons à 12 tonnes, 8,311 à 15 tonnes et 1,160 à 20 tonnes. — (8) Dont 9,644 wagons à 12 tonnes, 11,973 à 15 tonnes et 1,158 à 20 tonnes.

La situation des lignes exploitées par les compagnies est résumée, pour les mêmes époques, dans le tableau suivant :

ANNÉES. — 31 DÉCEMBRE.	LONGUEURS EXPLOITÉES			EFFECTIF DU MATÉRIEL.				
	SUR LE TERRITOIRE		TOTALES.	LOCOMOTIVES.	VOITURES.	FOURGONS.	WAGONS À MARCHANDISES.	WAGONS DIVERS.
	BELGE.	ÉTRANGER.						
	kilom.	kilom.	kilom.					
1879	1,350 00	269 00	1,619 00	1,149	2,558	885	31,527	53
1889	1,261 00	200 00	1,461 00	(3) 1,861	4,032	643	42,063	57
1899	(1) 530 99	56 30	(2) 587 29	(4) 286	416	220	6,028	29
1900	530 99	56 30	587 29	//	//	//	//	//

(1) Ce nombre comprend une longueur de 86 kilom. 4 de lignes communes à plusieurs Compagnies, qui les coexploitent. — (2) Cette longueur se répartit actuellement entre les huit compagnies suivantes : Chimay, Flandre occidentale, Gand à Terneusen, Hasselt à Maeseyck, Malines à Terneusen, Nord-Belge, Taviers à Embresin (chemin de fer d'intérêt local) et Termonde à Saint-Nicolas. — (3) Dont 50 voitures à vapeur. — (4) Dont 10 voitures à vapeur.

Voie. — Depuis longtemps il n'est plus fait usage que de rails d'acier et, pour les voies principales, d'un vignole pesant 52 kilogrammes le mètre; les traverses sont généralement en chêne injecté de créosote.

Les divers systèmes de voies métalliques mis en essai ne se développent pas.

La composition des voies de l'État, fin 1899, est nettement indiquée par les chiffres suivants :

DÉSIGNATION.	LONGUEURS EN MÈTRES COURANTS.		
	VOIES		ENSEMBLE.
	PRINCIPALES.	ACCESSOIRES.	
Rails en acier vignole de 52 kilogrammes	2,727,453	25,369	2,752,822
Rails en acier vignole de 38 kilogrammes	7,409,438	2,432,533	9,841,971
Rails en acier vignole de divers types	187,135	295,505	482,640
Ensemble	10,324,026	2,753,407	13,077,433
Rails en fer de divers types	535,388	1,976,275	2,511,663
Total général	10,859,414	4,729,682	15,589,096
Nombre des traverses en chêne	6,624,556	2,494,917	9,119,473
Nombre des traverses en sapin	53,753	246,941	300,694
Nombre des traverses en hêtre	18,423	956	19,379
Total	6,696,732	2,742,814	9,439,546
Longueurs des voies métalliques simples sur longrines ou traverses métalliques	94,230	173,499	267,729

Une longueur de ligne de 1,134 kilomètres est exploitée sous le régime du block-system et une longueur de 722 kilomètres avec des grosses cloches.

Les limitations de vitesses imposées sur certaines sections sont contrôlées à l'aide de 124 dromoscopes et de 196 dromopétards.

Traction. — *Locomotives à vapeur.* — L'extension donnée à l'emploi de grandes surfaces de grille, sous l'influence de M. Belpaire, à la suite des études de cet éminent ingénieur, grilles permettant d'utiliser des combustibles très menus et à forte teneur en cendres, a eu de très heureuses conséquences économiques sur les industries des mines et des chemins de fer, et même, par répercussion, sur l'ensemble des industries.

Un changement d'opinion semble s'être produit à partir de 1897, parmi les ingénieurs de l'État belge, sur la nature du meilleur combustible, tout au moins pour les machines d'express. Cette question est assez importante pour nous décider à reproduire textuellement les paragraphes du Catalogue officiel belge relatifs aux locomotives :

« L'Administration des chemins de fer de l'État belge a été amenée, dans ces derniers temps, à adopter le foyer profond pour ses locomotives express pour lignes de niveau, en vue de faire face aux accroissements continus de charge et de vitesse des trains internationaux qui empruntent son réseau ainsi que pour certains de ses trains d'intérieur.

« Les locomotives alimentées de combustible menu ont longtemps rendu de signalés

services; mais elles furent insuffisantes devant les exigences nouvelles, bien que leur grille eût été portée en dernier lieu jusqu'à 4 m. q. 71.

« Il était superflu de demander à une nouvelle augmentation de grille la puissance nécessaire pour les besoins à desservir. L'expérience avait prouvé que les locomotives à grille de 4 m. q. 71 sont, outre leur construction déjà compliquée, d'un entretien onéreux et d'une conduite du feu pénible pour un seul chauffeur.

« Un combustible meilleur s'imposait. L'industrie nationale belge ayant, en ces dernières années, développé la fabrication de la briquette, ce combustible était tout désigné et l'adoption du foyer profond s'ensuivait.

« L'emploi de la briquette, brûlée en couche épaisse, comporte un foyer de dimensions modérées, de forme rationnelle, de construction économique. L'alimentation de la grille est facile, de fatigante qu'elle était avec les anciens types à allure forcée. »

Traction électrique sur l'État belge. — Dans le courant de l'année 1899, l'administration de l'État belge a mis en service des voitures automotrices, par accumulateurs, montées sur bogies, et du poids de 45 tonnes, sur les lignes d'Anvers à Lierre et d'Anvers à Cappelen. Cinq voitures font un service de navette entre les trains ordinaires, reconnus trop espacés. La longueur d'un trajet, aller et retour, est d'environ 30 kilomètres.

Le 24 août 1899, l'État belge a inauguré la ligne vicinale de Mons à Boussu (à voie de 1 mètre et d'une longueur de 10 kilom. 7) pour laquelle il a adopté la traction électrique par trolley. Chaque train se compose d'une voiture automotrice et d'une voiture de remorque. L'usine de production d'énergie établie à Quaregnon central comporte 3 unités de 125 kilowatts, produisant du courant continu à 500 volts.

Le matériel de cette ligne se compose de 12 voitures automotrices et de 12 voitures de remorque.

Matériel à voyageurs. — L'État belge vient de prendre la décision de supprimer la 1re classe pour les trains intérieurs, en comprenant dans ceux-ci des voitures-salon construites par la Compagnie internationale des wagons-lits.

Depuis quelques années l'État belge a adopté d'une façon générale les voitures à trois essieux; toutefois, à la suite de l'essai d'une voiture à bogies construite en 1895, un certain nombre de voitures de ce type ont été construites pour les services internationaux, notamment pour les trains d'Ostende à Bâle.

Les voitures à trois essieux des derniers types de 2e et de 3e classes sont à portières ordinaires, à couloir latéral partiel, et ont un cabinet de toilette. Des plaques de caoutchouc sont interposées entre les caisses et les châssis. Les voitures à bogies sont également à couloir partiel, avec accès aux extrémités par des vestibules fermés, et à intercirculation par passerelles à soufflets se raccordant avec le soufflet normal allemand.

Parmi les véhicules accessoires de la grande vitesse nouvellement créés, il faut citer les grands fourgons sur trois essieux ou sur bogies, ces derniers comprenant deux gué-

rites confortables et trois compartiments dont l'un peut être réservé pour les colis postaux et l'autre pour les colis en douane.

L'État belge emploie le frein Westinghouse rapide; il veut appliquer le chauffage à la vapeur, et, tout en conservant l'éclairage au gaz, il a décidé d'appliquer l'éclairage électrique Stone sur deux cents voitures.

Matériel à marchandises. — En ce qui concerne le matériel à marchandises, le fait le plus saillant est l'augmentation progressive depuis 1895 de la capacité et du tonnage des wagons à marchandises. Par le remplacement des organes du roulement et de la suspension, le tonnage de 10,000 wagons a été porté de 10 à 12 et même à 15 tonnes. En 1896 furent mis en service des wagons à houille à 15 tonnes d'une capacité de 17 m. c. 683. La pratique ayant fait reconnaître l'insuffisance de cette capacité, un wagon à houille, à caisse de 19 m. c. 5, à châssis de 7 mètres de longueur et à côtés moins élevés que ceux du type précédent, fut étudié en 1896 et mis en service, à un grand nombre d'exemplaires, dans les années 1897 et suivantes. Enfin des wagons à houille à 20 tonnes, d'un nouveau type étudié en 1898, ont été mis en circulation en 1899.

M. Bicka, inspecteur général des chemins de fer de l'État belge, a eu l'idée d'augmenter la rigidité des châssis de wagons en reliant les deux brancards par un croisillon en acier coulé. Un certain nombre de châssis de ce système ont été construits, l'un d'eux était exposé à Vincennes.

Pour les transports des denrées alimentaires de l'Italie vers l'Angleterre, l'État belge a mis en service en 1898 des wagons réfrigérants disposés de telle sorte que l'air, venant de l'intérieur du wagon, entre dans le compartiment des réservoirs à glace par la partie supérieure et s'y refroidit en abandonnant l'humidité dont il était chargé. Il rentre froid et sec dans l'espace où se trouve le chargement par des passages ménagés entre les deux cloisons du double plancher. On évite ainsi que le chargement soit mouillé par l'eau de condensation.

Les glaces étant fabriquées actuellement à des dimensions plus grandes qu'autrefois, l'État belge a fait construire en 1899 des wagons à chevalet sur lesquels il est possible de charger, sans sortir des limites du gabarit, des caisses de 6 m. 30 sur 4 m. 45 et 0 m. 40. Les anciens wagons ne permettaient pas de dépasser 6 mètres sur 4 m. 20 et 0 m. 20. Un des nouveaux wagons se trouvait à Vincennes.

Signalons enfin les nouveaux wagons couverts pouvant contenir 15 tonnes de coton ou de laine, les plates-formes à 20 tonnes de 12 mètres de longueur et les récents wagons plats portant 35 tonnes.

Chemins de fer vicinaux. — Les chemins de fer économiques de la Belgique, désignés dans ce pays sous le nom de *chemins de fer vicinaux*, dépendent tous, sauf sept lignes, d'un développement total de 69 kilom. 2, de la Société nationale des chemins de fer vicinaux.

Cette société a été instituée par la loi du 28 mai 1884, modifiée et complétée par la loi du 24 juin 1885. Elle a une durée illimitée, tout comme les concessions qui lui sont accordées. Elle construit les lignes, les équipe du matériel roulant nécessaire, puis en afferme généralement l'exploitation à l'industrie privée.

Les premières lignes (Ostende-Nieuport, longue de 20 kilom. 6, et Anvers-Hoogstraeten, longue de 38 kilom. 5) ont été ouvertes en 1885.

Au 31 décembre 1890, 960 kilomètres étaient concédés et 753 exploités.

Au 31 décembre 1895, ces chiffres s'élevaient respectivement à 1,554 et à 1,258.

Au 31 décembre 1900, la Société nationale était concessionnaire de 104 lignes, mesurant 2,384 kilomètres, dont 1,840 kilomètres, se répartissant entre 89 lignes, étaient exploités.

Depuis sa création le réseau de la Société nationale s'est donc développé d'une façon constante et régulière.

Au point de vue de l'écartement des voies les 104 lignes et les 2,384 kilomètres concédés se divisent comme suit :

Trois lignes, mesurant 22 kilom. 76, sont à l'écartement de 1 m. 435; 89 lignes, mesurant 1,959 kilom. 06, sont à l'écartement de 1 mètre, et 12 lignes (402 kilom. 19) à l'écartement de 1 m. 067, qui a été pris pour les lignes dont la jonction avec le réseau vicinal néerlandais est réalisée ou probable.

La voie étroite a été adoptée afin de réduire la dépense de premier établissement. Ce résultat a été atteint, le prix de revient moyen, matériel roulant compris, ne s'élevant qu'à 47,500 francs par kilomètre. Il est probable que la Société n'aurait pas pu réaliser le capital qui eût été nécessaire si la voie normale avait été adoptée, car le prix de revient moyen des 23 kilomètres à voie normale que possède la Société s'est élevé à environ 100,000 francs par kilomètre.

Voie. — La voie n'est établie sur une plate-forme spéciale que pour environ le tiers du développement total des lignes. Les déclivités ne dépassent généralement pas 30 millimètres par mètre. Les plus petits rayons des courbes sont de 40 et 50 mètres, et exceptionnellement 30 mètres.

La vitesse de marche autorisée est de 30 kilomètres dans la campagne et de 10 kilomètres à la traversée des agglomérations.

Traction et matériel roulant. — Des 89 lignes livrées au service public, 82 (1,780 kilom. 3) sont actuellement exploitées à la vapeur; une seule ligne (le tramway du Nord d'Anvers, 5 kilom. 06) l'est par chevaux.

Nous donnerons plus loin quelques indications sur les applications faites de la traction électrique.

Au 31 décembre 1900 l'effectif du matériel en service sur les lignes exploitées à la vapeur se décompose comme suit [1] :

[1] Sur l'ensemble du réseau il y a en moyenne en service : 1 locomotive pour 4 kilom. 887 de voie, 1 voiture pour 1 kilom. 852, 1 fourgon pour 8 kilom. 365 et 1 wagon à marchandises pour 0 kilom. 626.

368 locomotives-tenders, 971 voitures à voyageurs[1], 215 fourgons à bagages, 2,874 wagons divers (dont 274 à 5 tonnes et 2,577 à 10 tonnes).

Il est intéressant de noter que la dépense moyenne par kilomètre pour ce matériel ne s'élève qu'à 10,760 francs.

Les locomotives se répartissent en 28 locomotives pesant de 12 à 16,5 tonnes en ordre de marche, 304 locomotives pesant 18,5 tonnes et 36 locomotives pesant de 22 à 30 tonnes (10 de ces dernières sont pour voie normale).

Les voitures sont du type *tramway* avec plate-forme centrale ou aux deux extrémités, donnant accès dans une caisse à banquettes disposées en long ou en travers.

Elles sont presque toutes montées sur deux essieux, écartés de 1 m. 80 et de 2 m. 40. 32 voitures seulement sont montées sur deux bogies, dont les deux essieux sont à 1 m. 10 l'un de l'autre, la distance d'axe en axe des deux bogies étant de 8 mètres.

La Société nationale ne développe pas l'emploi des voitures à bogies parce que si elles ont l'avantage de mieux passer dans les courbes de petit rayon et de permettre de former le train d'une seule voiture divisée en trois compartiments (1re classe, 2e classe et bagages), elles présentent les inconvénients d'avoir trop peu d'issues, d'où allongement de la durée des arrêts, et de faire immobiliser un grand véhicule pour la moindre réparation.

Sauf un petit nombre de véhicules spéciaux les wagons sont tous des trois types : fermés, plats et à haussettes. Les wagons de 5 et de 10 tonnes sont sur deux essieux. Le parc ne comprend que quelques wagons à 15 tonnes sur trois essieux et à 20 tonnes sur bogies.

Ce matériel est à tampon de choc et à attelage centraux.

Traction électrique. — La Société nationale a appliqué la traction électrique sur deux de ses lignes et l'installe sur trois autres.

La ligne à traction électrique de la Petite-Espinette (Bruxelles) a été ouverte en juin 1894.

D'une longueur de 11 kilom. 11, cette ligne est à double voie sur la partie urbaine, soit sur 6 kilom. 6; les rails sont à l'écartement de 1 mètre. La rampe maximum est de 62 millimètres et le rayon minimum des courbes de 30 mètres. Le courant continu, à 600 volts, est produit par une station de 450 kilowatts. La prise est faite par trolley.

Le matériel se compose de 24 voitures automotrices, à 2 moteurs, offrant 24 places assises et 14 debout, de 13 voitures de remorque fermées et de 6 voitures ouvertes.

Le réseau du Centre, à la Louvière, ouvert en 1898, a une longueur de ligne de 20 kilomètres. La voie est à l'écartement de 1 mètre; la rampe maximum est de 78 millimètres. Le courant continu, à 600 volts, est fourni par une station de 675 kilowatts. Il est pris par trolley. Le matériel consiste en 17 voitures automotrices à 2 moteurs, offrant 20 places assises et 20 debout, et en 16 voitures de remorque de même capacité.

[1] Ce chiffre comprend 2 voitures du système Rowan.

Toutes ces voitures sont à plates-formes aux deux extrémités; elles n'ont pas d'impériale.

Lorsque les travaux en cours seront terminés, probablement vers la fin de 1901, la traction électrique fonctionnera sur les lignes de Charleroi (23 kilom. 06), de Liège (15 kilom. 76) et de Gand à Meirelbeke (7 kilom. 53).

La puissance effective totale des quatre usines qui fourniront l'énergie électrique aux quatre lignes de Bruxelles, de la Louvière, de Charleroi et de Liège sera alors de 3,000 kilowatts. La ligne de Gand à Meirelbeke sera alimentée par la station centrale des tramways de Gand. Le matériel roulant prévu actuellement pour les cinq lignes comprend 118 voitures automotrices, 91 voitures de remorque fermées et 16 voitures de remorque ouvertes.

Situation des constructeurs de matériel de chemins de fer et tramways. — L'industrie de la construction du matériel s'est créée en Belgique en même temps que les chemins de fer. Dès 1826 John Cockerill construisait à Seraing des locomotives imitées des types anglais et, en 1840, les ateliers de Saint-Léonard livraient à l'État belge leur première locomotive.

La capacité de production de l'industrie belge s'est notablement augmentée depuis la précédente Exposition universelle de Paris.

Les catalogues officiels de la Section belge aux Expositions de 1889 et de 1900 nous donnent, en effet, à ce sujet, les chiffres suivants :

		1889.	1900.
Nombre des ateliers construisant	des locomotives.....	9	10
	des voitures ou des wagons, ou les uns et les autres.....	20	25
	le matériel fixe.....	24	40
	des pièces de détail.....	40 à 50	60 à 70
Nombre des ouvriers occupés par ces divers ateliers.....		18,000	22,000
Valeur totale de la production annuelle.....		70,000,000f	90,000,000f
Valeur des produits exportés..	50,000,000 à	60,000,000	70,000,000

L'augmentation de 22 p. 100 qui nous est indiquée, pour le nombre des ouvriers, ne représente pas l'augmentation réelle de la capacité de production des ateliers belges. Ceux-ci ont, en effet, pour la plupart augmenté et amélioré leur outillage et, d'après les renseignements que nous avons pu recueillir, nous estimons à environ 33 p. 100 pour les ateliers de locomotives et à 60 p. 100 pour ceux de voitures et wagons l'augmentation de production réalisée depuis 1889. Nous estimons que la production totale annuelle de l'industrie belge est actuellement :

De 300 à 350 locomotives (dont moitié pour voie large et moitié pour tramways et lignes industrielles);

De 600 à 800 voitures (dont un tiers pour voie large);

Et de 10,000 à 12,000 wagons.

Cette production est très supérieure aux besoins normaux du pays[1]; il faut donc que l'industrie belge s'ouvre à l'extérieur de larges débouchés. La valeur indiquée pour les produits qu'elle exporte montre qu'elle a su les trouver.

Locomotives. — Les six locomotives suivantes étaient exposées, à Vincennes, dans la Section belge :

Société anonyme des ateliers de construction de la Meuse, à Liège :

1° Une locomotive-tender du type 15, n° 2515, à simple expansion, destinée aux chemins de fer de l'État belge;

2° Une locomotive-tender à deux essieux accouplés et à simple expansion, pour manœuvres de gare, d'usines, etc.

Société anonyme de Saint-Léonard, à Liège : une locomotive type 30, n° 2514, à simple expansion et à trois essieux accouplés, pour trains de marchandises rapides, destinée aux chemins de fer de l'État belge.

Société anonyme des forges, usines et fonderies de Haine-Saint-Pierre : une locomotive type 30, n° 2513, semblable à celle ci-dessus et également destinée à l'État belge.

MM. Zimmermann et Hanrez, à Monceau-sur-Sambre : une locomotive-tender à voyageurs pour trains légers, type 5, n° 1218, à deux essieux accouplés et un essieu porteur, à simple expansion, destinée à l'État belge.

Société franco-belge, à la Croyère : une locomotive-tender à marchandises n° 126, à simple expansion, à trois essieux accouplés et un essieu porteur, destinée à la Barry Railway Company d'Angleterre.

Accessoires de locomotives — M. Dogniaux (M.), à Dour, exposait une grille pour locomotives à barreau dit *universel*. Ce barreau, en fonte aciérée et déphosphorée, est constitué par une série de dés disposés en quinconce qui, réunis par des lames minces, laissent entre eux des intervalles pour la circulation de l'air qui est ainsi divisé lorsqu'il arrive sous le combustible.

Le poids d'une grille montée en barreaux de ce système est de 200 kilogrammes au mètre carré pour les générateurs ordinaires et de 165 kilogrammes pour les locomotives.

Voitures. — Les huit véhicules suivants étaient exposés :

Compagnie internationale des wagons-lits : une voiture salon-buffet n° 1515 F, de 41 places, à bogies et à intercirculation, construite par l'usine Ragheno, à Malines.

[1] Pendant les cinq années 1895 à 1899, l'État belge a reçu en moyenne, par an, comme matériel neuf construit tant en renouvellement qu'en augmentation de son effectif, 107 locomotives, 309 voitures et véhicules accessoires de GV et 3,059 wagons

Société anonyme de construction La Métallurgique, ateliers de Nivelles : une voiture de 2e classe n° 18201, à bogies et à intercirculation, de 45 places.

Société anonyme des ateliers Germain, à Monceau-sur-Sambre : un fourgon à trois essieux n° 7921.

Société anonyme des usines de Braine-le-Comte : une voiture de 3e classe n° 19201, à bogies et à intercirculation, de 70 places.

Société anonyme de travaux Dyle et Bacalan, à Louvain :

1° Une voiture de 2e classe n° 18001, à bogies et à intercirculation, de 42 places;

2° Un fourgon à bagages n° 19801, à bogies et à intercirculation.

Société anonyme des usines Ragheno, à Malines : une voiture de 2e classe n° 1262, à trois essieux et à couloir latéral partiel, offrant 32 places.

Société franco-belge : une voiture mixte de 1e et 2e classes n° 6426, à trois essieux et à couloir latéral partiel, contenant 40 places.

Tous ces différents véhicules étaient destinés aux chemins de fer de l'État belge.

La Compagnie internationale des wagons-lits exposait, dans la Section belge, comme pièces détachées de son matériel :

1° Un bogie à deux essieux du type breveté Y 1895, dernier modèle étudié par cette Compagnie;

2° Un appareil de choc et de traction, avec balancier compensateur, système W. L. Ces deux derniers appareils sont décrits dans la troisième partie du rapport;

3° Un ventilateur automatique pour voitures de chemins de fer.

Ce ventilateur, constitué par des ailettes horizontales, se monte dans les voitures au-dessous du pavillon; il est mis en mouvement par le courant d'air produit par la marche même du train, ce courant agissant sur quatre hémisphères creuses montées sur l'axe vertical du ventilateur.

Wagons. — Les six wagons suivants étaient exposés :

Administration des chemins de fer de l'État belge, à Bruxelles : un wagon H n° 11056, à deux essieux, pour transport de houille et chargeant 15 tonnes. Ce wagon a été construit par l'atelier central de l'État belge à Guesmes.

MM. Canon-Legrand, à Mons : un wagon fermé n° 58051, à deux essieux, chargeant 5 tonnes.

Société anonyme des ateliers de construction, forges et aciéries de Bruges : un wagon couvert n° 72582, à deux essieux, de 15 tonnes de chargement, aménagé pour le transport des chevaux.

Société anonyme de construction La Métallurgique, ateliers de la Sambre : un wagon plat n° 83133, à quatre essieux, pouvant recevoir un chargement de 35 tonnes.

Société anonyme des forges et ateliers de Seneffe : un wagon chevalet n° 83195, monté sur deux bissels, destiné au transport des glaces de grandes dimensions.

Ces quatre derniers wagons étaient destinés aux chemins de fer de l'État belge.

Société anonyme des usines et fonderies de Baume et Marpent, à Haine-Saint-Pierre : un wagon tombereau HH 20001, à deux essieux et chargeant 20 tonnes, destiné aux chemins de fer de l'Est français.

Matériel pour tramways. — La Société anonyme de construction La Métallurgique exposait une voiture automotrice de 2e classe, à deux essieux, présentant 10 places assises et 18 places debout sur les plates-formes, construite dans ses ateliers de Nivelles. Cette voiture, à voie de 1 mètre, est destinée à la Société des tramways bruxellois, ligne d'Ixelles-Bruxelles.

La Société anonyme d'électricité et d'hydraulique, à Charleroi, exposait un truck à deux essieux, pour voie de 1 mètre, destiné à une voiture de tramway automotrice électrique.

Traction électrique. — La Société anonyme des ateliers Nicaise et Delcuve, à la Louvière, et la Société anonyme d'électricité et hydraulique, à Charleroi, exposaient en collectivité une voiture automotrice électrique de 2e et 3e classes, à accumulateurs.

Cette voiture, destinée aux chemins de fer de l'État belge, était à couloir central et montée sur deux bogies à deux essieux.

Pièces détachées. — E. Henricot. — *Boîtes à huile et pièces diverses en acier moulé.* — M. Émile Henricot (usines de Court-Saint-Étienne) exposait une série de boîtes à huile en fonte, en acier moulé et en fer forgé pour voitures, wagons, tramways, wagonnets, etc., et des pièces en acier moulé telles que : caisson pour entretoiser les longerons de locomotives, corps de roues, tête de piston, faux-tampons, pointe de cœur pour croisement de voies, etc.

Société anonyme des usines Foidard et Rosenthal, à Bruxelles. — *Boîtes à billes.* — Ces boîtes, destinées aux automobiles, camions, omnibus, peuvent aussi être employées pour des voitures de tramways ou de chemins de fer.

Elles sont constituées par un corps en fonte, d'une seule pièce, dont l'intérieur est alésé cylindrique et muni d'un manchon en acier trempé. La fusée, sans champignon, porte un autre manchon également en acier et pourvu de cannelures recevant les billes. Les extrémités de ce dernier manchon viennent butter contre un plateau vertical roulant par l'intermédiaire d'autres billes sur un bouchon vissé fermant la boîte.

Ce système de boîte est donné comme présentant une économie de traction d'un tiers environ sur les boîtes à coussinets ordinaires.

BOSNIE-HÉRZÉGOVINE.

Superficie ..... 51,027 kilomètres carrés.
Population ..... 1,570,000 habitants.

Historique des chemins de fer. — Après l'entrée des troupes austro-hongroises en Bosnie, en juillet 1878, l'autorité militaire fit remettre en état la ligne à voie normale de Banjaluka-Doberlin (101.5 kilomètres), dont le faible trafic avait fait abandonner l'exploitation en 1875 et qui était en partie détruite. Remise en service, en janvier 1879, cette ligne fut prolongée, en 1891, jusque dans l'intérieur de la ville de Banjaluka, puis fut ultérieurement raccordée au réseau austro-hongrois.

Dès le début de l'occupation, l'autorité militaire reconnut la nécessité de construire d'urgence une voie ferrée, suivant la ligne d'étape la plus importante, celle de Brod à Sarajevo, et formant le prolongement du chemin de fer à voie normale de Delja-Brod, en cours de construction.

Le matériel roulant qu'il fut possible de se procurer le plus rapidement étant pour voie de 0 m. 76, cet écartement fut adopté.

La construction de la voie commença en septembre 1878, et, le 10 juillet 1879, la ligne de Bosnisch-Brod à Zenica (190 kilomètres) était livrée au service public.

Le prolongement de Zenica à Sarajevo (78 kilomètres) fut ouvert le 5 octobre 1882. Sur cette section, les ponts et ponceaux furent établis de façon à permettre la transformation ultérieure en voie à l'écartement normal de 1 m. 435. Afin de favoriser le développement de l'industrie, l'Administration militaire ne cessa pas de développer ce réseau à voie de 0 m. 76, jusqu'au moment où (en juillet 1895) elle en remit la gestion au Service civil des Travaux publics, qui forme l'un des quatre départements que comprend l'administration de la Bosnie-Herzégovine.

En 1885, un tramway à traction animale, partant de la gare de Sarajevo, avait été mis en service. En 1895, on y appliqua la traction électrique, par fil de contact aérien et archet. Des prolongements en portent le développement actuel à 5 kilom. 672. Ce tramway sert, en outre du transport des voyageurs, à amener dans la ville les wagons à marchandises du réseau à voie étroite ; il est exploité par la Direction du chemin de fer de l'État.

En 1900, les lignes de Gabela à Zelenika et de Gravosa à Trebinje (185 kilomètres) et le chemin de fer forestier de Zavidovic à Krivajathal (126 kilomètres) étaient en construction et devaient être terminés en 1901. Si l'on tient compte des raccordements industriels, dont le nombre dépasse trente et dont la longueur totale est d'environ 25 kilomètres, on trouve que les voies de 0 m. 76 construites ou en construction en Bosnie-Herzégovine ont une étendue totale de 1,059 kilom. 572.

Le tableau suivant indique, pour chaque section de ligne, la date de l'ouverture, la longueur exploitée, la rampe maximum et le rayon minimum des courbes :

SECTIONS DES LIGNES.	DATE DE L'OUVERTURE.	LONGUEUR EXPLOITÉE. SECTION.	LONGUEUR EXPLOITÉE. LIGNE.	RAMPE MAXIMUM PAR MÈTRE.	RAYON DE COURBE MINIMUM.
		kilomètres.	kilomètres.	millimètres.	mètres.
LIGNES DE L'ÉTAT : LONGUEUR TOTALE, 616 KILOM. 090 :					
A. Bosn. Brod-Sarajevo :					
Bosn. Brod-Doboj.....	12 février 1879.	83,050	267,874	13,6	60
Doboj-Žepče.....	22 avril 1879.	61,448		7,2	60
Žepče-Zenica.....	10 juillet 1879.	45,107		9,6	60
Zenica-Sarajevo.....	5 octobre 1882	78,269		9,0	250
B. Sarajevo-Metković :					
Metković-Mostar.....	14 juin 1885.	42,380	177,068	3,33	100
Mostar-Ostrožać.....	22 août 1888.	65,873		10	80
Ostrožać-Konjica.....	10 novembre 1889.	12,965		5	125
Konjica-Sarajevo.....	1er août 1891.	55,850		60 (1)	125
C. Doboj-Simin Han.....	29 avril 1886.	66,741	66,741	10	80
D. Lašvar-Bugojno :					
Lašvar-Travnik.....	26 octobre 1893.	30,065	70,774	14,5	125
Travnik-Bugojno.....	14 octobre 1894.	40,709		45,0 (2)	100
E. Donji Vakuf-Iajce.....	1er mai 1895.	33,633	33,633	10	100
LIGNES INDUSTRIELLES : LONGUEUR TOTALE, 68 KILOM. 803 :					
Ilidže-Ilidže-Bains.....	28 mai 1892.	1,573 (3)	1,852	7	125
Gračanica-Gračanica Ville.....	1er janvier 1898.	4,223 (3)	4,315	15	70
Vogošća-Čeoljanović.....	26 janvier 1885.	22,156	22,156	25	40
Usora-Pribinić.....	3 décembre 1890.	40,480	40,480	29,1	30
LIGNES DES COMPAGNIES PRIVÉES : LONGUEUR TOTALE, 33 KILOM. 007 :					
Podlugovi-Vareš :					
Chemin de fer de montagne avec service de voyageurs.	7 novembre 1897.	25,171 (4)	24,707	25,5	35
Ilidže-Kobiljdol :					
Chemin de fer pour le transport de bois.....	16 novembre 1898.	8,113 (4)	8,300	20	75

(1) Monts Ivan, 18 kilom. 866 de voie à crémaillère. — (2) Monts Komar, 6 kilom. 783 de voie à crémaillère.— (3) A partir du raccordement. — (4) Longueur construite.

Tous les chemins de fer énumérés dans ce tableau sont exploités par traction à vapeur (locomotives).

Comme le montre le tableau des lignes bosniaques, celles-ci ont été établies en vue de la rapidité et de l'économie de leur construction avec des courbes de faible rayon et des rampes qui ont motivé l'emploi de la crémaillère Roman Abt sur deux sections, au passage des cols de l'Ivan (à l'altitude de 876 mètres) et de Komar (à l'altitude de 779 mètres).

Les rails légers (9 kilogr. 8 et 15 kilogrammes) posés au début sont maintenant remplacés; les types actuellement adoptés pèsent 17 kilogr. 8 et 21 kilogr. 8, ces derniers étant surtout employés pour les sections à fortes rampes et à courbes de petits rayons. Ces rails sont posés sur des traverses en chêne (qui n'entrent que pour environ 12 p. 100 du nombre total) et en hêtre. Ce dernier bois est injecté d'un mélange de créosote et d'une dissolution de chlorure de zinc. Les traverses ont 1 m. 600 de longueur, 0 m. 140 à 0 m. 210 de largeur, 0 m. 130 d'épaisseur et sont distantes de 500 millimètres d'axe en axe. Sur les sections à crémaillère, celle-ci et les rails sont posés sur des traverses métalliques, en ⊔, distantes de 900 millimètres. La crémaillère est formée de deux barres dentées, de 20 millimètres d'épaisseur et 100 millimètres de hauteur, dont les dents sont chevauchées.

Effectif du matériel roulant. — Au commencement de l'année 1900, les chemins de fer de l'État de Bosnie-Herzégovine possédaient :

116 locomotives de divers types, dont 22 à crémaillère; 203 voitures à voyageurs, dont 2 salons et 2 voitures de service; 27 bureaux-poste; 38 fourgons à bagages; 1,788 wagons à marchandises divers (plus de 30 types).

Mode d'attelage. — Tout le matériel du réseau à voie de 0 m. 76 est à tamponnement central. Les plateaux de tampons présentent les ouvertures nécessaires pour permettre d'atteler deux véhicules entre eux au moyen d'une seule maille et de deux broches verticales, selon la disposition très usitée et bien connue.

Les efforts de choc et de traction sont transmis de la tige du tampon au châssis du véhicule par l'intermédiaire d'un ressort en spirale. Il convient de signaler que, pour les véhicules récemment mis en service, cet attelage a été amélioré de façon à permettre le serrage des tampons : sur la tige de chaque tampon est monté un balancier horizontal qui porte à une de ses extrémités un crochet et à l'autre un tendeur à vis.

Le dessin ci-après représente l'attelage appliqué par la maison F. Ringhoffer, de Prague, à des voitures-lits à bogies, construites par elle. Toutes les pièces de l'appareil de choc et de traction sont portées et groupées par un cadre en fer en ⊔, articulé au châssis de la voiture, un peu en avant du pivot du bogie. La tige de choc est guidée par le châssis du bogie afin d'obtenir, autant que possible, un contact toujours central.

La hauteur du tamponnement à vide varie de 0 m. 555 à 0 m. 580.

Les dispositions prises pour cet attelage central, et notamment l'emploi pour les

wagons de bogies Weitzer, que nous décrivons plus loin, permettent de pratiquer le renfort par la queue pour la remorque des trains à marchandises.

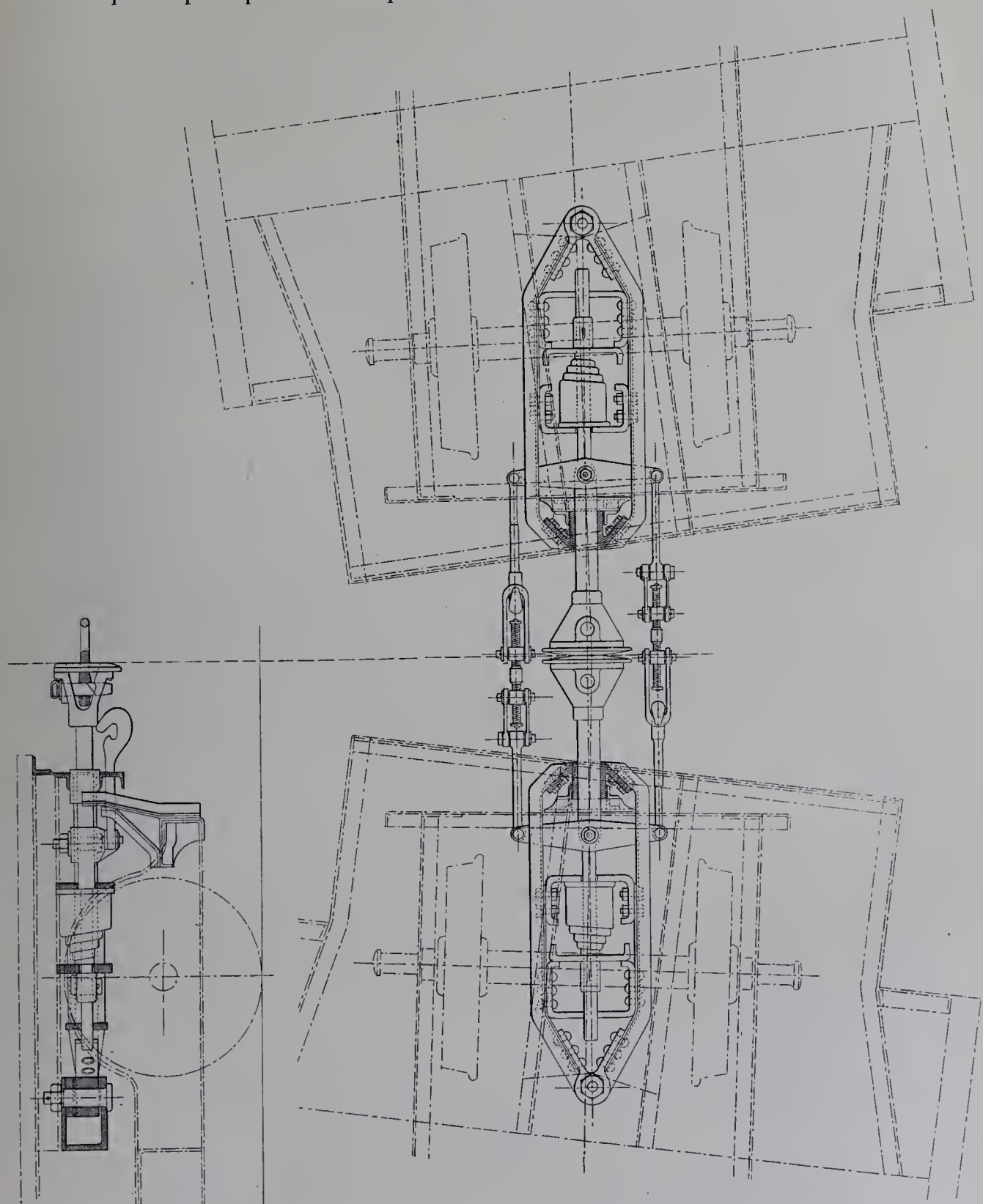


Fig. 2. — Attelage articulé, système Ringhoffer, appliqué aux voitures-lits à bogies des chemins de fer de Bosnie-Herzégovine.

Locomotives à simple adhérence. — Les conditions imposées aux constructeurs des locomotives, à savoir de fournir des machines puissantes et stables, sans dépasser

IMPRIMERIE NATIONALE.

les charges par essieu de 6 t. 5 sur les voies ordinaires et de 8 tonnes sur les sections à crémaillère, et pouvant passer dans des courbes dont le rayon descend à 60 mètres sur les lignes principales, ont conduit à la création de types très particuliers, montés sur des essieux dont la convergence est assurée par l'application du système Klose.

Dès 1885, fut mise en service la première locomotive radiale, due à la collaboration de M. Jules Kraft, ingénieur de la traction de la Bosnabahn, de M. Klose et de M. Helmholtz, ingénieur de la maison Krauss, de Linz.

Cette machine était portée par trois essieux couplés, distants de 3 mètres. L'essieu du milieu, actionné par un mécanisme et des cylindres intérieurs, est fixe. Les deux essieux couplés sont mobiles. Leurs boîtes sont déplacées par un système de bielles et de leviers commandé par un balancier horizontal, qui est lui-même solidaire du châssis du tender. Lors du passage en courbe, le tender, monté sur un seul essieu, pivote autour d'un axe vertical placé en avant du foyer et imprime un mouvement d'oscillation au balancier, ce qui a pour effet de produire la convergence vers le centre de la courbe des axes des deux essieux couplés.

L'allongement et le raccourcissement des bielles d'accouplement, nécessités par cette convergence, sont obtenus à l'aide d'une pièce spéciale, dite *tête différentielle*. Cette pièce est une sorte de levier du premier genre, qui est monté sur le bouton de manivelle de l'essieu moteur et aux extrémités duquel viennent s'articuler les bielles d'accouplement. Toute modification de la position relative des deux essieux couplés produit un petit mouvement de rotation de la tête différentielle autour du bouton de manivelle, ce qui change la longueur des bielles.

Afin d'éviter les fausses positions que pourraient prendre les pièces, lors du passage dans les courbes de très petits rayons, la tête différentielle est reliée par un parallélogramme au système de leviers et bielles commandant la convergence des essieux couplés.

Cette première machine put remorquer un train de 150 tonnes sur une rampe de 14 millimètres. Elle se montra stable jusqu'à la vitesse de 50 kilomètres. Son emploi ultérieur fit constater que, malgré la complication de sa construction, elle ne donnait pas lieu à des incidents ni à des réparations anormales. Sa consommation de lignite fut inférieure à celle des machines duplex (deux machines tenders à deux essieux attelées foyer contre foyer) jusqu'alors employées. Aussi ce type fut-il définitivement adopté pour les trains omnibus et à marchandises.

En 1896, 28 de ces machines étaient en service.

Voici les dimensions de la locomotive qui figura à l'Exposition de Budapest en 1896 :

CHAUDIÈRE.

Surface de chauffe	58^{m^2}
Surface de grille	0.9
Pression de la vapeur	12^{atm}
Diamètre du corps cylindrique	950^{mm}
Diamètre des cylindres	290

Course des pistons	450^{mm}
Diamètre au contact des roues couplées	900
Empattement des roues couplées	3^{m}
Empattement total	6
Poids total en charge	25^{t}6
Poids adhérent	19 5
Effort de traction, environ	2,500^{k}
Capacité des soutes à eau	2^{m3}25
Capacité des soutes à combustible	1 7
Longueur totale à l'extrémité des tampons	9^{m}250
Diamètre des roues du tender (à un essieu)	650^{mm}

En 1899, des locomotives de ce même type radial Klose, à 3 essieux couplés, ont été commandées, mais avec l'application du système compound Gölsdorf à 2 cylindres, et d'un tender articulé, monté sur 2 essieux, ce qui a porté le poids total en ordre de marche à 32 tonnes 6.

Pour la remorque des trains express atteignant la vitesse de 50 kilomètres à l'heure, il est fait usage d'un type dont le premier exemplaire, construit par la fabrique Krauss, à Linz, a été mis en service en 1895. Il consiste en une machine montée sur 2 essieux couplés et sur 2 essieux porteurs, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière des essieux couplés. Ces essieux porteurs sont rendus convergents par un dispositif Klose, commandé par le tender qui est à 2 essieux.

Les bandages des roues couplées n'ont pas de boudin, mais sont élargis à 180 millimètres afin de ne pas tomber en dedans des rails, lors du passage dans les courbes de 50 mètres de rayon, que permet l'application de ces diverses dispositions.

Ces locomotives sont des compound à deux cylindres intérieurs du système Gölsdorf.

En brûlant du lignite de Bosnie, elles peuvent remorquer, sur une rampe de 9 millimètres, un train pesant 130 tonnes, à la vitesse de 35 kilomètres.

Voici leurs dimensions principales :

Surface de chauffe	62^{m2}02
Surface de grille	1 20
Pression de la vapeur	12^{atm}
Diamètre des cylindres	290 et 430^{mm}
Course des pistons	450^{mm}
Diamètre des roues motrices	1^{m}100
Empattement des roues motrices	1 300
Empattement des roues porteuses	4 500
Poids adhérent	12^{t}
Poids total en ordre de marche de la locomotive	21^{t}320
Poids total en ordre de marche du tender	12 760
Effort de traction (environ)	1,740^{k}

La Direction, trouvant insuffisante, pour la remorque des trains à marchandises, la puissance de traction des machines radiales à trois essieux couplés, fit construire, en 1894, une locomotive à cinq essieux couplés, les trois du milieu, distants de 1 mètre,

rigides, et les deux extrêmes convergents, d'après le système Klose. Le tender articulé, déterminant la convergence, est porté sur un essieu. L'empattement des essieux couplés est de 5 mètres et l'empattement total de 8 m. 450.

La longueur totale, à l'extrémité des tampons, est de 12 m. 010.

Le poids total, en ordre de marche, est de 51 tonnes, la charge maximum par essieu étant limitée à 8 tonnes 6.

Cette machine remorque 450 tonnes en palier et 120 tonnes sur une rampe de 60 millimètres.

La mise en service a fait reconnaître que ce type de machine détériore la voie, même constituée en rails de 21 kilogr. 8, la charge de 8 tonnes 6 étant trop élevée; aussi la Direction a-t-elle commandé, pendant l'exercice 1899, à la maison Krauss et Cie, de Linz, de fortes machines établies sur deux nouveaux types, à savoir :

Deux locomotives-tenders compound, reposant sur deux trains articulés et sur quatre essieux tous moteurs, commandés par un mécanisme commun;

Deux locomotives-tenders compound, montées sur quatre essieux couplés commandés par un mécanisme commun.

Les deux essieux du milieu ont un jeu latéral et les deux essieux extrêmes sont convergents, d'après le système Helmholtz.

Pour ces deux types, le poids total en marche sera d'environ 26 tonnes, la charge maximum par essieu étant fixée à 6 tonnes 5.

Locomotives pour les lignes à crémaillère. — Pour le service de la ligne à crémaillère du mont Ivan, on commanda, en 1891, huit locomotives à adhérence et à roues dentées, du système Abt, avec tender séparé à un essieu. Ce type est à trois essieux adhérents, accouplés et commandés par deux cylindres extérieurs à simple expansion.

Deux arbres, sur chacun desquels sont calées deux roues dentées engrenant avec la double crémaillère, sont intercalés entre les essieux adhérents. Ils sont commandés par un mécanisme indépendant et par deux cylindres intérieurs aux longerons. Les deux arbres à engrenages sont montés dans un bâti que portent les premier et troisième essieux couplés.

Le poids, en ordre de marche, est de 30 tonnes 7, tender compris, avec une charge maximum par essieu de 8 tonnes.

En 1894, lors de la mise en exploitation de la ligne à crémaillère des monts Komar, et dans les années suivantes, on adopta un nouveau type présentant les mêmes dispositions générales, mais d'une construction plus robuste, pesant en marche, avec son tender à deux essieux, 36 tonnes, la charge maximum par essieu restant limitée à 8 tonnes.

Les machines de ce dernier type peuvent remorquer sur les rampes de 15 millimètres avec leur seule adhérence, et sur les rampes de 45 millimètres avec l'aide des engrenages, une charge de 110 à 120 tonnes à la vitesse de 9 kilomètres. Sur les

sections à crémaillère en rampe de 60 millimètres, elles peuvent remorquer 60 à 85 tonnes à la vitesse de 8 à 8.5 kilomètres à l'heure.

Leurs dimensions principales sont les suivantes :

CHAUDIÈRE.

Surface de chauffe du foyer	7^{m2}
Surface de chauffe totale	89
Surface de grille	1 66
Pression de la vapeur	12^{atm}
Tubes à fumée, de 42 millimètres de diamètre extérieur et 3 m. 450 de longueur, nombre	180

MÉCANISME.	ROUES À ADHÉRENCE.	ROUES DENTÉES.
Diamètre des cylindres	340^{mm}	360^{mm}
Course du piston	450	360
Diamètre des roues motrices	800	686
Empattement des roues motrices	$2^{m}345$	$1^{m}170$
Diamètre des roues du tender		650^{mm}
Empattement des roues du tender		$1^{m}200$
Empattement total (machine et tender)		6 940
Longueur totale à l'extrémité des tampons		10 128
Poids adhérent (en marche)		24^{t}
Poids total (machine et tender)		37 5
Poids à vide		28

Voitures. — Nous ne parlerons pas du matériel assez primitif et de faible capacité mis en service au début de l'exploitation, mais seulement des types construits dans ces dernières années.

Tout le matériel est monté sur des roues de 620 millimètres de diamètre au contact des rails.

A partir de 1886, les voitures à voyageurs destinées aux trains ordinaires sont montées sur trois essieux, celui du milieu ayant un déplacement longitudinal qui détermine la convergence des essieux extrêmes par des bielles et leviers, d'après les systèmes Weitzer ou Klose. Leur écartement est de 5 mètres. Les caisses, de 7 m. 340 de longueur, sont divisées, pour les 1re, 2e et 3e classes, en quatre compartiments offrant de 22 à 24 places. Les voitures de quatrième classe, sans cloisons ni banquettes, contiennent trente voyageurs debout. Elles sont disposées de façon à pouvoir servir, avec un aménagement spécial, aux transports des blessés. La tare de ces voitures est d'environ 7 tonnes.

Dès 1893, furent mises en service des voitures sur bogies, les unes de 1re et 2e classes, les autres de 2e et 3e classes. La voiture de 1re classe, à lits, date de 1896. Elle consiste en un châssis de 11 m. 300 de longueur, porté sur deux bogies, dont les centres sont distants de 8 m. 530 et dont les essieux sont à 1 m. 350 d'axe en axe. Sur ce châssis

est une caisse de 10 m. 100, dans laquelle on accède par des plates-formes seulement couvertes, et qui est divisée en 6 compartiments communiquant entre eux par des portes et par un passage central. Deux cabinets de toilette avec w. c. sont installés dans les compartiments des extrémités. Chacun des quatre compartiments intermédiaires contient 4 sièges placés deux à deux contre les parois latérales. Pour la nuit, les sièges se faisant face se transforment en un lit. La voiture offre donc le jour 16 places et la nuit 8 lits. Elle est munie des appareils de chauffage à la vapeur et du frein à vide automatique Hardy.

La tare est de 13 tonnes 3.

Les dimensions intérieures des compartiments à 4 places sont : largeur 2 m. 290, longueur 1 m. 995, hauteur 2 m. 575 (du plancher au pavillon du lanterneau).

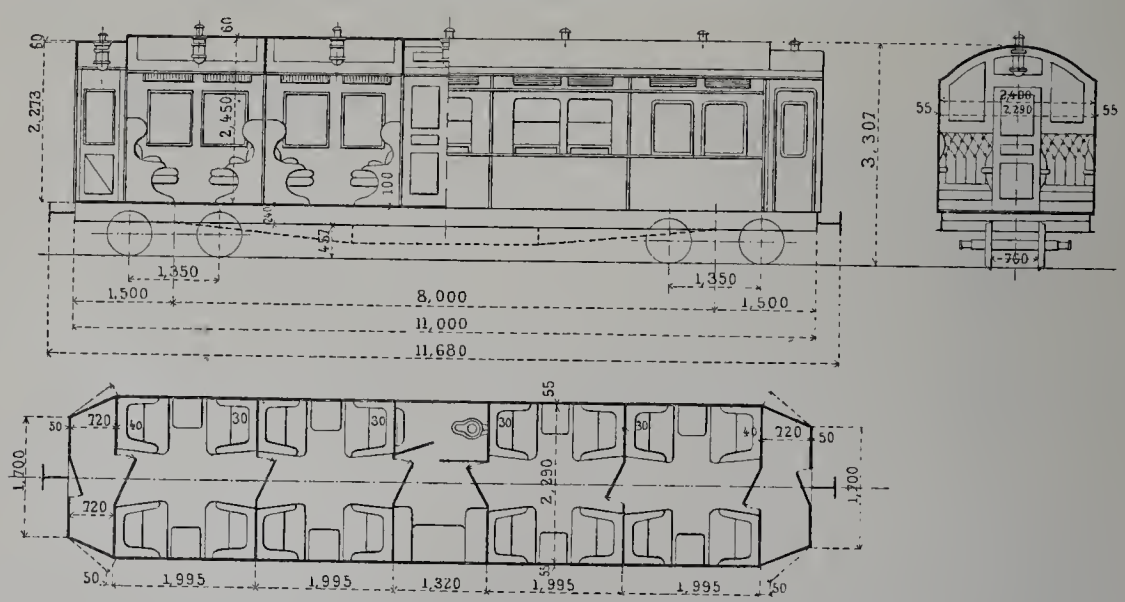


Fig. 3. — Voiture de 1re classe à lits, à bogies et à intercirculation, des chemins de fer de Bosnie-Herzégovine.

En 1899, la Direction a acquis des voitures de même type, mais à passerelles munies de soufflets. Leur châssis est entièrement métallique ; les bogies, à simple suspension, sont du type de la maison Ringhoffer, de Prague, constructeur de ces belles voitures. Leur tare est un peu plus élevée, elle atteint 13 tonnes 7 ; nous en donnons ici le diagramme (figure 3).

Quelques-unes des voitures à quatre essieux sont montées sur des bogies du type Weitzer, dont nous indiquerons le principe en parlant des wagons auxquels ils ont été également appliqués.

Fourgons et wagons à marchandises. — Les fourgons et wagons à marchandises étaient tous, à l'origine, montés sur deux essieux; de 1886 datent les types à trois essieux, et de 1893 les premiers wagons sur bogies. Pour la houille et les minerais, la Direction fait encore construire des wagons sur deux essieux.

Les wagons sur trois essieux ont un empattement de 5 mètres, les essieux extrêmes étant convergents d'après le système Klose.

Un certain nombre de wagons à quatre essieux sont montés sur des bogies du système Weitzer, qui consiste à placer le pivot au centre des traverses de tête du châssis de la caisse et des bogies. Le poids de la caisse est porté sur le milieu des longerons des bogies par l'intermédiaire de rouleaux de friction qui facilitent le déplacement des bogies sous la caisse. Ce dispositif a pour but de diminuer autant que possible le déplacement du tampon central par rapport à l'axe de la voie et, par suite, lors du passage dans des courbes en S, assure la permanence du contact des tampons.

La Direction des chemins de fer de Bosnie-Herzégovine n'a pas craint de multiplier le nombre des types de ses wagons en vue de mieux les approprier aux diverses natures de transports, c'est ainsi que l'on trouve dans son parc, en outre des wagons couverts et découverts à bords de 900 millimètres de hauteur, des wagons à bière, à viande, des écuries, des wagons pour le petit bétail, des wagons pour le charbon de bois, des wagons citernes, des wagons à traverse pivotante pour le transport des longs bois, etc.

Selon leur tare, les derniers types présentent un tonnage de 7 tonnes 5 à 10 tonnes pour les wagons à deux essieux; de 10 à 15 tonnes pour ceux à trois essieux, et de 15 tonnes pour ceux sur bogies.

Disons enfin que pour les wagons sur quatre essieux, leur empattement total est de 9 m. 900; les essieux des bogies sont distants de 1 m. 350; la longueur totale du châssis est de 11 mètres et, à l'extérieur des tampons, de 11 m. 660; la largeur intérieure de la caisse varie de 2 mètres à 2 m. 170.

Le tableau suivant permet de comparer, pour les wagons couverts et découverts, les tonnages, tares et dimensions principales des trois types à deux, trois et quatre essieux.

WAGONS COUVERTS À FREIN À VIS, AVEC PLATE-FORME POUR LE GARDE.

Nombre des essieux	2	3	4
Tonnage	6^t	10^t	15^t
Tare	3 2	5 6	9 6
Poids mort par tonne	533^k	560^k	640^k
Longueur intérieure de la caisse	4^m370	6^m700	9^m560
Largeur intérieure de la caisse	1 670	1 660	2 200
Hauteur intérieure de la caisse	2 150	2 150	2 250
Empattement total	2 700	5 000	8 400
Longueur totale à l'extrémité des tampons	5 660	8 000	10 800

WAGONS DÉCOUVERTS, À BORDS DE 0 M. 900 DE HAUTEUR AVEC FREIN À VIS, ET SIMPLE SIÈGE, NON COUVERT, POUR L'AGENT.

Nombre des essieux	2	3	4
Tonnage	6^t	10^t	15^t
Tare	3 6	4 8	8 1
Poids mort par tonne	600^k	480^k	540^k
Longueur intérieure de la caisse	4^m950	7^m260	10^m920
Largeur intérieure de la caisse	2 200	1 760	2 170
Empattement total	2 700	5 000	9 700
Longueur totale à l'extrémité des tampons	5 660	8 000	11 660

Importance du trafic. — Les chiffres du tableau suivant sont intéressants en ce qu'ils montrent que ce réseau à voie de 0 m. 760 est capable de répondre à un trafic important :

RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES
SUR LES RÉSULTATS D'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT DE BOSNIE-HERZÉGOVINE.

DÉSIGNATION des LIGNES.	NOMBRE de VOYAGEURS TRANSPORTÉS.	TONNES de MARCHANDISES grande et petite vitesse TRANSPORTÉES.	TONNES KILOMÉTRIQUES de MARCHANDISES.	KILOMÈTRES de TRAINS REMORQUÉS.	TONNES KILOMÉTRIQUES BRUTES remorquées.	KILOMÈTRES D'ESSIEUX de VÉHICULES.
Grande ligne de Bosn. Brod-Sarajevo :						
1896.....	341,749	349,382	40,334,944	772,331	99,373,024	33,220,998
1897.....	353,805	384,167	42,138,293	814,821	105,078,023	35,523,678
1898.....	356,566	411,074	51,730,320	936,153	122,358,226	39,397,832
1899.....	400,309	437,231	60,040,916	1,059,289	140,475,061	44,752,895
Tout le réseau :						
1896.....	980,169	591,249	60,502,406	1,359,987	155,737,898	53,046,000
1897.....	1,120,182	624,915	65,024,647	1,467,899	165,751,730	56,384,217
1898.....	1,122,943	695,077	81,562,520	1,681,605	199,676,144	65,834,228
1899.....	1,194,534	757,745	97,701,717	1,854,945	234,982,421	76,462,628

La Direction du Chemin de fer de l'État avait exposé dans le pavillon de la Bosnie-Herzégovine de la rue des Nations :

Un spécimen, en vraie grandeur, d'un demi-compartiment de 1re classe, dont les deux sièges vis-à-vis pouvaient se transformer en lit;

Un modèle du châssis métallique d'un wagon à 15 tonnes monté sur deux bogies Weitzer;

Des dessins et photographies du matériel roulant;

Des cartes et diagrammes, montrant le développement du réseau et de son trafic.

La Direction de la Bosnabahn a bien voulu nous donner des renseignements complémentaires.

BULGARIE.

Superficie..... 95,704 kilomètres carrés.
Population..... 3,311,000 habitants (en 1893).

La plus ancienne ligne bulgare, celle de Roustchouck à Varna (224 kilomètres), a été mise en exploitation en 1866.

Fin 1889, le réseau bulgare avait une longueur de 693 kilomètres; à la fin de l'année 1899, il comptait 1,355 kilomètres, dont 1,046 exploités par l'État et 309 kilomètres par la Compagnie des chemins de fer orientaux. En outre, 215 kilomètres étaient en construction et devaient s'ajouter au réseau de l'État avant la fin de l'année 1900.

L'effectif du matériel de ce dernier réseau comprenait au 1er janvier 1900 :

58 locomotives, 132 voitures de trois classes, 5 wagons de la poste, 29 fourgons à bagages, 5 wagons à chaudière pour le chauffage des trains, 1,282 wagons à marchandises divers. Tout ce matériel avait été fourni par les usines allemandes, belges, austro-hongroises et anglaises, et principalement par les premières.

La Bulgarie n'était pas représentée à la Classe 32.

DANEMARK.

Superficie..... 38,340 kilomètres carrés.
Population..... 2,256,000 habitants.

La division du territoire en plusieurs îles, l'absence de mines de houille et de minerais paralysèrent longtemps le développement des chemins de fer danois. Le temps perdu est aujourd'hui regagné. Les premières lignes furent construites par l'industrie privée.

En 1867, l'État prit possession des chemins de fer du Jutland et de Fionie et, en 1880, des chemins de fer de l'île de Seeland.

Le tableau ci-après indique les développements progressifs des lignes exploitées par l'État et par les compagnies privées :

ANNÉES. (AU 31 DÉCEMBRE.)	LONGUEUR DES LIGNES EXPLOITÉES		TOTAUX.
	PAR L'ÉTAT.	PAR DES COMPAGNIES PRIVÉES.	
	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.
1868	301	//	301
1870	495	269	764
1880	1,236	343	1,579
1890	1,521	465	1,986
1895	1,735	532	2,267
1899	1,800	1,040	2,840

La longueur des voies ferrées est, par suite, au 31 décembre 1899 : par myriamètre carré, de 7 kilom. 2, et par 10,000 habitants, de 12 kilom. 3.

Le matériel du réseau de l'État s'est accru comme suit :

ANNÉES.	RÉSEAU EXPLOITÉ PAR L'ÉTAT.				
	KILOMÈTRES en EXPLOITATION.	LOCOMOTIVES.	VOITURES à VOYAGEURS.	FOURGONS à bagages ET BUREAUX-POSTE.	WAGONS à MARCHANDISES.
1868	301	20	60	17	264
1870	495	51	98	32	543
1880	1,236	170	488	117	2,392
1890	1,521	255	754	204	3,810
1895	1,735	294	821	262	4,320
1899	1,800	409	1,065	302	5,305

L'effectif du matériel par kilomètre exploité était donc, fin 1899, sur les lignes de l'État, de 0,23 locomotive, 0,59 voiture, 0,167 fourgon et 2,947 wagons.

Nous n'avons pas pu nous procurer l'effectif du matériel roulant de la totalité des lignes privées. Vingt-cinq lignes, représentant 690 kilomètres exploités à cette même date (fin 1899), possédaient ensemble :

85 locomotives, 180 voitures, 78 fourgons et 825 wagons, soit par kilomètre exploité : 0,12 locomotive, 0,26 voiture, 0,11 fourgon et 1,20 wagon.

Grâce à l'emploi de bacs à vapeur (ferry-boats), les chemins de fer de l'État danois, dont les voies sont à l'écartement normal de 1 m. 435, reçoivent sur leurs lignes le matériel des chemins de fer du continent et de la Suède. Dans ces dernières années, l'État danois a fait construire, pour le service de ses trains express internationaux, des voitures à bogies de trois types : à couloir central, à couloir latéral et à compartiments séparés, avec portières latérales. Toutes ces voitures sont éclairées à l'électricité, chauffées à la vapeur, pourvues de freins automatiques et de cabinets de toilette avec water-closets.

Ferry-boats. — Pour relier les îles entre elles, les ingénieurs danois n'ont pu construire des ponts fixes qu'en très peu de points, à cause de la largeur des bras de mer séparant les îles. Aussi, en 1872, un premier bac à vapeur fut mis en service pour transporter les wagons à travers le Petit Belt, de Strib à Fredericia. Les bons résultats obtenus conduisirent à établir, quelques années après, des services de bacs entre Corsoer et Nyborg, sur le Grand Belt, entre deux points du Limfiord et entre les îles de Seeland et de Falster (à Masnedsund). Enfin, en 1891 et 1895, des services furent installés entre Elseneur et Helsingborg et entre Copenhague et Malmoe, pour la traversée du Kattegat, mettant ainsi en communication les lignes du continent avec les voies ferrées suédoises et norvégiennes.

Les ferry-boats sont de deux grandeurs : les uns peuvent transporter de 16 à 18 wagons chargés à 10 tonnes, ils sont employés pour les traversées les plus longues ; les autres peuvent recevoir 6 wagons sur une voie unique placée dans l'axe du pont. Les grands bacs portent sur leur pont deux voies qui convergent à la proue et à la poupe du bateau.

Afin d'éviter tout retournement dans les ports, les bacs des derniers types ont leur proue et leur poupe de même forme et munie d'un gouvernail. Ces bateaux sont presque tous à roues.

Les chemins de fer de l'État danois possèdent actuellement 16 ferry-boats, dont 4 du grand type, et 11 bateaux à vapeur.

En 1898, le trafic par bacs à vapeur a été le suivant :

	VOYAGEURS.	TONNES DE MARCHANDISES.
Traversée du Petit-Belt	437,000	242,000
Traversée du Grand-Belt	428,000	230,000
Traversée du Kattegat	236,000	186,000

Tramways de Copenhague. — La longueur du réseau des tramways en exploitation à Copenhague est, en 1900, de 46,7 kilomètres. Le service est actuellement fait par 165 voitures à chevaux et par 23 voitures automotrices à traction électrique par accumulateurs. La société exploitante se prépare à remplacer sur toutes ses lignes les chevaux par la traction électrique par câble aérien et trolley, sauf sur quelques courtes sections pour lesquelles le système à caniveau sera probablement adopté.

Les voitures sont à impériale couverte.

Situation de l'industrie de la construction. — Le Danemark a dû faire tout d'abord appel exclusivement à l'industrie étrangère, mais aujourd'hui il possède deux établissements de construction :

La Société anonyme *Scandia,* à Randers, dont les ateliers, fondés en 1862 et progressivement agrandis, peuvent actuellement construire par an de 550 à 650 véhicules, dont 150 voitures.

La Société *Vulcan,* créée en 1898, dont les ateliers, situés à Maribo et à Frederiksberg, vont être outillés pour une production annuelle de 25 locomotives et 600 véhicules, en outre de pièces de matériel fixe. Ils ont livré leur première locomotive en 1899.

Les renseignements qui précèdent sont extraits des diverses notices publiées à propos de l'Exposition et de documents que la Direction générale des chemins de fer de l'État danois a eu l'obligeance de nous fournir.

La Classe 32 ne comprenait pas d'exposant danois.

ESPAGNE.

Superficie	495,000 kilomètres carrés.
Population	18,129,000 habitants.

La première ligne espagnole, de Barcelone à Mataro (28 kilomètres), fut inaugurée en 1848, et la seconde, de Madrid à Aranjuez (48 kilomètres), en 1851. Depuis cette époque, le réseau s'est constamment développé, les périodes de construction les plus actives étant celles de 1858 à 1866, de 1878 à 1886, puis 1890 à 1896.

Voici, d'après l'*Archiv für Eisenbahnwesen,* quel a été le développement successif du réseau espagnol, ces chiffres comprenant les lignes à voies étroites ouvertes au service public :

	LONGUEUR exploitée AU 31 DÉCEMBRE. — kilomètres.		LONGUEUR exploitée AU 31 DÉCEMBRE. — kilomètres.
1850	28	1890	9,878
1860	1,918	1895	12,052
1870	5,475	1899	13,281
1880	7,481		

Sauf environ 2,000 kilomètres de lignes à voies étroites, ce réseau est établi à l'écartement spécial à l'Espagne de 1 m. 67 entre les champignons des rails.

Il est partagé entre un assez grand nombre de compagnies privées, dont les trois plus importantes (Nord de l'Espagne, Madrid-Saragosse et Andalous) exploitent à elles seules près des deux tiers du réseau total.

Les statistiques officielles indiquent qu'en 1889, pour une longueur exploitée de 9,678 kilomètres, l'effectif du matériel espagnol était de 1,658 locomotives, 4,732 voitures à voyageurs et 32,025 wagons, soit par kilomètre exploité : 0.171 locomotive, 0.490 voiture, 3.31 wagons.

Les chiffres relatifs aux derniers exercices ne sont pas publiés pour l'ensemble du réseau; mais nous indiquerons, pour les années 1880, 1890, 1895 et 1899, les longueurs exploitées et les effectifs du matériel des trois grands réseaux : Nord de l'Espagne, Madrid à Saragosse et Andalous. Ces chiffres permettent de se rendre compte de l'importance du matériel sur les lignes espagnoles :

ANNÉES.	LONGUEUR EXPLOITÉE.	EFFECTIF TOTAL DU MATÉRIEL.		
		LOCOMOTIVES.	VOITURES.	WAGONS ET FOURGONS.
	kilomètres.			
1880	4,338	837	2,199	15,441
1890	6,735	1,057	2,895	20,106
1895	7,707	1,216	3,344	23,466
1899	8,431	1,359	3,780	26,622

Les chiffres de 1899 donnent, par kilomètre exploité : 0.161 locomotive, 0.449 voiture et 3.158 wagons.

L'Espagne reçoit de l'étranger le matériel dont elle a besoin. Les principaux pays auxquels elle s'adresse sont : l'Allemagne, l'Angleterre, la Belgique et la France.

L'exposition espagnole ne comprenait pas d'objet de la compétence du Jury de la Classe 32.

ÉTATS-UNIS.

Superficie..... 9,112,273 kilomètres carrés.
Population..... 76,295,000 habitants (en 1900).

Historique et développement des chemins de fer. — Le plus ancien réseau des États-Unis, le *Baltimore and Ohio Railroad,* fut inauguré en juillet 1828.

La traction, tout d'abord effectuée par des chevaux, se fit, au bout de peu de temps, au moyen de locomotives à vapeur. Poor estime qu'en 1830 les États-Unis possédaient environ 37 kilomètres de chemins de fer. Ce mode de transport obtint de suite un vif succès; dès 1835, en effet, le réseau américain en exploitation avait une longueur de (1,098 miles) 1,767 kilomètres, tandis que les chemins de fer anglais n'atteignaient, à cette même époque que (157 miles) 253 kilomètres de longueur, quoique les premières lignes aient été mises en exploitation pendant l'année 1825.

Le réseau des chemins de fer atteint à la fin de l'année 1900 une longueur approximative de 314,000 kilomètres, soit, en tenant compte des secondes, troisièmes ou quatrièmes voies et des garages (sidings), une longueur de voies simples d'environ 420,000 kilomètres, et cela sans compter les chemins de fer aériens (elevated) ou funiculaires, ni les tramways, dont nous indiquerons plus loin le développement également prodigieux.

La construction de ce réseau s'est poursuivie avec une activité variable, dépendant de l'état des affaires. C'est particulièrement pendant les périodes 1869-1873, 1879-1883, 1886-1892 que furent construites le plus grand nombre de nouvelles lignes; pendant chacune de ces dix-sept années, la longueur construite ne fut jamais inférieure à 6,400 kilomètres et en 1887 elle atteignit 20,715 kilomètres. De 1894 à 1898, environ 3,200 kilomètres seulement furent construits par an. Mais, en 1899, une vive reprise se produisit et se continua en 1900. On estime à 15,000 kilomètres la longueur des nouvelles voies établies pendant ces deux exercices, mais les anciennes lignes furent simultanément remaniées, leurs voies et leurs gares améliorées, leur matériel augmenté, si bien qu'en 1899 et en 1900 les ateliers américains furent surchargés de travaux, tout comme les compagnies de chemins de fer, et cette situation, compliquée par l'éloignement, est la cause principale de la part, si peu proportionnée à l'importance de son réseau, prise par les États-Unis à la Classe 32 de l'Exposition de 1900.

Les deux tableaux ci-dessous, dont les chiffres sont extraits du *Manuel de Poor*, précisent le développement du réseau américain et de son matériel :

	LONGUEURS EXPLOITÉES au 31 décembre. — kilomètres.		LONGUEURS EXPLOITÉES. au 31 décembre. — kilomètres.
1830	37	1880	150,088
1840	4,535	1890	268,199
1850	14,518	1898	300,636
1860	49,287	1899	306,600
1870	85,168	1900	314,000

SITUATION À LA FIN DES ANNÉES.

		1880. — kilomètres.	1890. — kilomètres.	1898. — kilomètres.	1899. — kilomètres.
Longueur totale des voies en rails	d'acier	54,202	269,492	355,343	369,572
	de fer	131,910	65,489	39,324	33,340
Nombres des :					
Locomotives		17,949	31,812	36,746	37,245
Voitures à voyageurs		12,789	21,664	25,844	26,184
Fourgons		4,786	7,253	8,049	8,121
Wagons à marchandises		539,255	1,061,952	1,284,807	1,328,084

Ce dernier tableau montre que pendant la période des dix-neuf années qu'il embrasse, les rails en acier se substituent aux rails en fer dans les anciennes voies et sont seuls employés pour les voies neuves; ils constituent, en 1899, plus des 90 centièmes de la

longueur totale, alors qu'en 1880 ils n'y entraient que pour les 29 centièmes. Dans cette même période, l'effectif des locomotives s'est augmenté de 107 p. 100, celui des voitures de 104 p. 100, celui des fourgons de 69 p. 100 et celui des wagons de 146 p. 100.

Tous les chemins de fer des États-Unis sont possédés par des compagnies privées, qui sont au nombre de plusieurs centaines ; toutefois, par l'effet des faillites, des mises sous séquestre, de la nécessité de mettre fin à des concurrences ruineuses, il se produit un mouvement de fusion très accentué; fin 1899, soixante grandes compagnies se répartissaient 61 p. 100 de l'étendue du réseau. Le rapport de l'Interstate Commerce Commission constate que, dans la période de juillet 1899 à novembre 1900, environ 40,000 kilomètres de lignes ont été absorbés et ont perdu leur individualité.

Au grand nombre des Compagnies de chemins de fer, au développement pris par les ateliers les plus importants de ces compagnies, à la convenance que celles-ci trouvent à construire elles-mêmes une partie de leur matériel, enfin à la prise de possession des emplois supérieurs par des ingénieurs sortis des universités techniques américaines, sont dus les grands progrès réalisés par le matériel américain pendant les quinze dernières années. L'active recherche de l'augmentation de la puissance des locomotives, du confort des voitures et de la capacité des wagons a eu pour résultat la multiplicité des types; elle tend à en augmenter encore le nombre, conséquence d'ailleurs heureuse au point de vue des progrès futurs.

Tramways. — La mise en exploitation de tramways est, pour les États-Unis, de date relativement récente; le premier tramway a, en effet, été établi à New-York en 1852. Mais à partir de 1887, époque des premières applications de la traction électrique aux États-Unis, la construction des tramways a pris un développement aussi considérable que rapide.

L'étendue des voies de tramways qui était de 1,878 kilomètres en 1872, de 3,998 kilomètres en 1880, de 13,070 kilomètres en 1890, s'élève fin juin 1900 à 32,891 kilomètres, ces chiffres comprenant les chemins de fer aériens (elevated) et funiculaires. Le tableau ci-après montre l'augmentation de la longueur des voies et du nombre des voitures pendant les dix années 1890-1900 :

DÉSIGNATION.		SITUATION			
		EN 1890.		EN 1900.	
		LONGUEUR des voies.	NOMBRE des voitures.	LONGUEUR des voies.	NOMBRE des voitures.
		kilomètres.		kilomètres.	
Tramways exploités par traction	à chevaux	9,110	21,970	595	1,556
	électrique	2,031	5,592	31,076	55,084
	à câble	785	3,795	531	3,517
	à vapeur et diverses	1,144	751	689	2,761
TOTAUX		13,070	32,108	32,891	62,918

Les tramways, elevated et funiculaires, se répartissent, en 1900, entre 905 réseaux.

Les causes du développement des tramways aux États-Unis sont multiples et quelques-unes sont spéciales à ce pays : le grand accroissement de nombreuses villes, le médiocre état d'entretien des rues et des routes, le très petit nombre des fiacres, le goût prononcé des Américains pour l'habitation dans des villas construites à la campagne, villas créant des banlieues très étendues.

L'essor pris par les tramways américains a eu pour résultat la création d'un matériel très perfectionné, notamment au point de vue de la suspension et de la réduction du poids mort ; il a été imité en Allemagne et importé en France notamment par la Compagnie Thomson-Houston.

Situation de l'industrie de la construction. — Les ateliers de construction sont, aux États-Unis, aussi anciens que les chemins de fer et ont pris un développement parallèle.

La première locomotive, construite par Mathias W. Baldwin, fut mise en service fin 1832 et les tableaux suivants, dont les chiffres sont extraits de la *Railroad Gazette,* indiquent l'énorme production qu'atteint actuellement l'industrie américaine; ces chiffres ne comprennent pas les nombres assez considérables de locomotives, voitures et wagons que construisent les Compagnies de chemins de fer dans leurs propres ateliers.

I. Production des locomotives.

ANNÉES.	PRODUCTION TOTALE.	LOCOMOTIVES EXPORTÉES.		LOCOMOTIVES COMPOUND.	
		NOMBRE.	PROPORTION PAR RAPPORT à la production totale.	NOMBRE.	PROPORTION PAR RAPPORT à la production totale.
			p. 100.		p. 100.
1897.....	1,251	386	31	143	11
1898.....	1,875	554	30	373	20
1899.....	2,478	514	16	339	14
1900.....	3,153 (1)	505	14	545	17

(1) Sur ces 3,153 locomotives, 102 sont pour lignes à crémaillères, 21 sont à air comprimé et 18 sont électriques.

II. Production du matériel roulant.

ANNÉES.	VOITURES DE CHEMINS DE FER.		WAGONS À MARCHANDISES.		VOITURES DE TRAMWAYS.	
	PRODUCTION totale.	EXPORTATION.	PRODUCTION totale.	EXPORTATION.	PRODUCTION totale.	EXPORTATION.
					Plus de :	
1897.....	494	//	43,588	//	22,000	//
1898.....	//	//	//	//	//	//
1899.....	1,305	104	119,886	1,904	5,006	296
1900.....	1,636	121	115,631	2,561	6,839	748

Comme il ne circule aux États-Unis aucune locomotive importée, ces tableaux montrent que, non seulement les établissements américains suffisent aux besoins du pays, mais encore qu'ils exportent une notable fraction de leur production. Leurs principaux clients sont les États de l'Amérique du Sud et de l'Amérique centrale, le Mexique, le Japon et les colonies anglaises elles-mêmes : le Canada, les Indes, l'Australie, la Nouvelle-Zélande et le Cap. Les causes de cette exportation sont, en outre du bas prix de vente, les qualités spéciales du matériel américain qui le rendent particulièrement approprié aux pays neufs : sa construction est simple, les locomotives sont flexibles et stables, et les wagons sur bogies circulent facilement sur de fortes courbes. Le matériel exporté d'Angleterre ne possède pas toujours ces qualités, d'après les déclarations mêmes des ingénieurs coloniaux anglais. Les locomotives exposées à Vincennes par la maison Baldwin étaient toutes pour des chemins de fer étrangers.

Afin de montrer les tendances des ingénieurs américains, nous avons indiqué dans nos tableaux les nombres de locomotives compound construites dans ces dernières années. Ajoutons que l'exportation des locomotives n'a pris de l'importance qu'à partir de 1875. Dans les quinze années de 1875 à 1889, 1,535 locomotives furent construites pour l'étranger et, dans les dix années 1890 à 1899, l'exportation s'éleva à 2,940 machines.

Les chiffres totaux de wagons indiqués ci-dessus comprennent, en 1898, 2,700; en 1899, 10,500 et, en 1900, 14,460 wagons construits entièrement en acier.

La grande production américaine est, en partie, concentrée dans quelques grands établissements.

Pour les locomotives, le plus important de tous et le seul qui ait pris part à notre Exposition est celui connu sous la firme Baldwin Locomotive Works. Pendant l'année 1900, il s'est développé et a porté sa capacité de production annuelle de 1,000 à 1,200 locomotives. Les ateliers de construction de locomotives « Schenectady » se disent capables de fabriquer 450 locomotives par an; ceux de « Brooks », 400; ceux de « Richmond », de « Pittsburg » et de « Rogers », chacun 300; de telle sorte que ces cinq ateliers peuvent déjà à eux seuls construire annuellement 2,950 machines[1].

Appareils de voie et de sécurité. — The Weber Railway Joint C°. — *Joint de rails.* — Cette société exposait un joint, en porte-à-faux, pour rail Vignole ou rail de tramway du type américain, composé de trois pièces : deux éclisses, l'une en cornière et l'autre en U, et d'une selle en forme d'équerre. L'éclisse en U est placée du côté de l'aile verticale de la selle; une forte cale en bois est placée entre les deux pièces et l'assemblage est serré par 4 ou 6 boulons traversant l'aile de la selle, la cale, le rail et les deux éclisses.

Des crans d'arrêt, entaillés dans l'aile horizontale de la selle, reçoivent les crampons

[1] Pendant la rédaction du présent rapport, vers le milieu de l'année 1901, un trust a groupé les huit fabriques de locomotives Schenectady, Pittsburgh, Richmond, Rhode Island, Brooks, Cooke, Dickson et Manchester, dont la production totale annuelle peut s'élever à environ 2,300 locomotives.

qui s'opposent au cheminement de la voie en même temps qu'ils fixent le rail aux traverses.

Si les rails à assembler sont de hauteurs inégales, une cale est introduite entre la semelle et le patin du rail le moins haut.

Pour les joints des rails qui doivent être isolés électriquement, la selle est recouverte d'une sorte de cornière en fibre qui l'isole des rails, et ceux-ci sont assemblés par deux fortes éclisses en bois, dont l'une est comprise entre le rail et l'aile verticale de la selle.

Dans ce système de joint les patins des rails reposent sur la selle, mais ne sont pas serrés contre elle.

Bonzano Rail Joint Company. — *Joint de rails.* — Ce joint en porte-à-faux, pour rails Vignole, comporte deux éclisses cornières dont l'aile horizontale est prolongée en dehors du patin et repose sur les traverses contre-joints. Entre ces traverses, le prolongement est embouti verticalement de manière à renforcer les éclisses en leur donnant une section en ϟ. Six boulons serrent les éclisses sur le rail et des crampons s'opposent au cheminement de la voie.

Continuous Rail Goint Company. — *Joint de rails.* — Cette société exposait un système d'éclissage pour joint de rails en porte-à-faux.

Les éclisses, en acier, sont repliées à leur partie inférieure en forme de V embrassant le patin des rails ; elles sont assemblées au moyen de quatre boulons.

Leur partie repliée horizontalement constitue ainsi une sorte de selle.

Des encoches, taillées à la partie extérieure du pli des éclisses, reçoivent les crampons de fixation aux traverses. Par cette disposition les mêmes crampons s'opposent au cheminement des rails.

Pour que ce mode de joint présente tous ses avantages, il faut que les éclisses, tout en portant avec précision contre les rails, pincent sans jeu leurs patins.

Diamond State Steel C°. — *Boulons et éclisses.* — Cette société exposait une série de boulons, éclisses, cornières, des types utilisés sur un certain nombre de réseaux américains.

International Pneumatic Railway Signal C° [1]. — *Appareils pneumatiques de manœuvre et d'enclenchement des aiguilles et des signaux.* — Dans ces appareils la manœuvre de l'aiguille ou du signal est effectuée par l'air comprimé, à la pression de 1 kilogramme par centimètre carré, qui est envoyé sur l'une ou l'autre face d'un piston au moyen de soupapes ou de relais actionnés également par l'air comprimé, mais seulement à la pression d'un demi-kilogramme. L'emploi de pressions très basses a pour avantage de diminuer notablement les fuites d'air et les obstructions par congélation de l'eau

[1] Des croquis de ces appareils ont été publiés dans le numéro de février 1901 de la *Revue générale des Chemins de fer.*

IMPRIMERIE NATIONALE.

condensée dans les conduites. Il permet des manœuvres rapides : une aiguille placée à 150 mètres de la cabine est manœuvrée et contrôlée en 2 secondes.

L'appareil de manœuvre de la cabine est très ramassé; il comprend trois parties : un tiroir servant à la manœuvre du signal lui-même, un dispositif de contrôle de cette manœuvre et des organes d'enclenchement.

L'enclenchement des divers leviers de manœuvre est produit par des combinaisons purement mécaniques, très analogues aux dispositions des enclenchements Saxby; nous ne nous arrêterons donc qu'aux organes pneumatiques.

L'appareil de manœuvre, placé dans le voisinage immédiat de l'aiguille, comprend : un cylindre servant à actionner l'aiguille avec ses deux soupapes de distribution de l'air à 1 kilogramme de pression, une plaque de manœuvre, à rainure et guidée dans une glissière, servant à la transmission du mouvement du piston à l'aiguille et un tiroir agissant comme contrôleur et indicateur dans la cabine des positions de l'aiguille.

Quand l'opérateur tire sur le levier, il ne lui fait franchir qu'une certaine portion de sa course; le premier effet de cette manœuvre est d'envoyer de l'air à basse pression sous le diaphragme de l'une des soupapes et, en le soulevant, de permettre l'entrée de l'air à la pression de 1 kilogramme par centimètre carré contre une des faces du piston. Le mouvement de ce piston produit successivement le déverrouillage de l'aiguille, le mouvement de l'aiguille, le calage de l'aiguille et, en dernier lieu, le mouvement d'un distributeur d'échappement renvoyant au poste, par un tuyau spécial, de l'air comprimé qui, agissant dans un nouveau distributeur, fait pénétrer de l'air à 1 kilogramme de pression sous un piston, lequel, par l'intermédiaire d'un coulisseau, force le levier de manœuvre à achever sa course. L'enclenchement des différents leviers de manœuvre est produit, comme nous l'avons dit, mécaniquement. Pendant le premier mouvement du levier toutes les barres des appareils à immobiliser ont été enclenchées; pendant l'achèvement du déplacement du levier, sous l'action des organes de contrôle, et seulement à ce moment, se produit le dégagement des barres des appareils qui peuvent être libérées dans la nouvelle position de l'aiguille.

Cinq tuyaux relient l'appareil de la cabine à l'appareil de l'aiguille. Un seul d'entre eux est toujours rempli d'air comprimé à 1 kilogramme. Les quatre autres (deux pour la commande des distributeurs commandant les mouvements du piston moteur et deux pour le contrôle des deux positions de l'aiguille) sont normalement en communication avec l'atmosphère. Les dispositions sont telles que des fuites dans les distributeurs ne peuvent pas produire un déplacement de l'aiguille. La rupture de la conduite d'air à 1 kilogramme immobilise les aiguilles dans la position où elles se trouvent.

Les appareils de manœuvre des signaux sont analogues, mais un peu simplifiés; la position d'*arrêt* est seule contrôlée; il n'y a donc que quatre tuyaux.

Le signal est maintenu dans la position de voie libre par la pression de l'air à 1 kilogramme agissant sur une des faces du piston de commande. Toute fuite d'air met le signal à l'arrêt.

Bien que ce système n'ait pris naissance que vers 1897, il est déjà appliqué dans

plusieurs gares importantes des États-Unis, notamment de : Buffalo (New-York), 51 leviers; Jamaïca (Long Island), 48 leviers; Jersey-City (New-York), 64 leviers; Polk Street à Chicago (Ill.), 80 leviers; Suspension Bridge Yard (New-York), 96 leviers; Grand Central, à New-York, 176 leviers[1].

Les inventeurs de ce système revendiquent, en outre des avantages dus à l'emploi de l'air comprimé à basse pression et que nous avons précédemment indiqués, sa supériorité sur les commandes mécaniques parce qu'il permet de commander à plus grande distance, sur les systèmes utilisant les courants continus parce que ceux-ci peuvent être très fâcheusement influencés par des effets d'induction ou par des courts circuits provenant de canalisations électriques voisines, enfin sur la transmission hydrodynamique parce qu'il est difficile d'en assurer complètement le fonctionnement pendant les hivers rigoureux.

Nous pensons que ce système, exclusivement pneumatique, mérite la faveur avec laquelle il a été accueilli aux États-Unis.

Sheffield Car C°. — 1. *Draisine à 4 roues pour voie large.* — Cette draisine comprend une plate-forme portée par un châssis en bois. Les brancards, en frêne, sont réunis par des traverses également en bois et par des tirants transversaux en fer rond. La draisine repose sur deux essieux avec roulement sur coussinets en bronze. Les roues sont en acier embouti.

La translation est obtenue par un levier horizontal qui, au moyen d'une bielle, actionne une roue dentée en prise avec un pignon calé sur un des essieux.

Des poignées disposées sur les bouts permettent de sortir facilement l'appareil de la voie. Les deux roues d'un même côté peuvent être freinées par un frein à pédale.

Ce type de draisine peut transporter une équipe de six hommes; la capacité de chargement est de 2,000 à 3,000 kilogrammes.

Les dimensions de la plate-forme sont de 1 m. 830 × 1 m. 320, et le diamètre des roues est de 0 m. 510, la vitesse de marche peut varier entre 16 et 24 kilomètres à l'heure. Le poids est de 231 kilogrammes.

2. *Draisine à 3 roues pour une seule personne.* — Cette draisine comprend un châssis en frêne entourant les deux roues du même rail et portant un siège pour l'agent. Ce châssis est réuni à la troisième roue par un bras raidi par un contrefort et un petit tirant. Ce bras peut se démonter pour faciliter le transport de l'appareil lorsqu'il est emballé. Un balancier vertical, actionné au moyen des bras et des jambes, monté au milieu du châssis, transmet le mouvement à la roue d'arrière au moyen d'une bielle et de deux roues dentées. Les roues sont à centre en bois, moyeu en acier et cercle

[1] Depuis l'Exposition, les chemins de fer *Philadelphia and Reading* et *New-York Central* ont appliqué ce système dans plusieurs gares, notamment à Philadelphie et à Buffalo. Le nombre des leviers de manœuvre de ce système, installés aux États-Unis, fin 1901, s'élève à 1,047. Le chemin de fer anglais *London and South-Western* a appliqué pendant l'année 1901 ce mode de commande dans sa gare de Grately (Hampshire). L'installation comprend 72 leviers qui peuvent être, paraît-il, manœuvrés par un seul agent. (Voir *Engineering* du 2 août 1901.)

de roulement en acier embouti. Cet appareil permet d'obtenir des vitesses de 12 à 20 kilomètres à l'heure, son poids est d'environ 100 kilogrammes.

3. *Draisine à 3 roues avec moteur à pétrole.* — Cette draisine est du même type de construction que la draisine précédente ; deux sièges sont installés au-dessus du châssis.

La roue d'arrrière est actionnée par un moteur à pétrole analogue aux moteurs des voiturettes automobiles. Cet appareil peut marcher à la vitesse de 24 à 32 kilomètres à l'heure, son poids est de 115 kilogrammes environ. Cette draisine est disposée de telle façon que, la troisième roue étant démontée, elle puisse s'accoupler avec une autre draisine du même type pour former une voiturette à double moteur et à 4 roues, pouvant porter 6 voyageurs.

Locomotives. — Les Ateliers Baldwin et Cie, à Philadelphie, exposaient : 1° Une locomotive N° 2903 à simple expansion, du type *Atlantic,* avec tender monté sur deux bogies à deux essieux. Cette locomotive est destinée à la traction des trains express sur les chemins de fer de l'État français ;

2° Une locomotive à marchandises, du type *Mogul,* N° 1200, à simple expansion, munie d'un tender monté sur deux bogies à deux essieux, pour le Great-Northern anglais ;

3° Une série de pièces détachées pour locomotives : roues montées, boîtes, bielles d'accouplement et motrices.

Nathan Lubricator C°. — *Graisseur à condensation pour locomotives.* La pression de l'eau de condensation détermine l'écoulement de l'huile goutte à goutte. Cette huile est entraînée dans les cylindres au moyen d'un courant de vapeur, elle passe par un tube de verre qui permet au mécanicien de se rendre compte du débit.

Ce graisseur ne possède pas de mouvement mécanique comme les graisseurs à compression. L'huile est envoyée très divisée à l'état de fines gouttelettes, le graissage peut être réglé instantanément et être proportionné à chaque instant aux besoins du service.

Standard Steel Works, à Philadelphie, exposaient : des roues en acier moulé pour locomotives et wagons, des bandages et des essieux en acier pour locomotives et wagons, des bielles motrices et des bielles d'accouplement à bagues également en acier.

Wagons à marchandises. — La Compagnie des wagons en acier embouti, à Pittsburg, exposait quatre wagons pour voie normale :

1° Un wagon à trémie pour transport de minerai, destiné au Pennsylvania R. R. ; la capacité de chargement est de 50 tonnes, et le poids à vide 16,680 kilogrammes ;

2° Un wagon à trémie pour transport de minerai. Ce wagon, destiné au Great Northern Ry, peut recevoir 50 tonnes de chargement et pèse à vide 12,727 kilogrammes ;

3° Un wagon à trappes du Baltimore and Ohio Ry, servant à transporter la houille ; le chargement est de 40 tonnes et le poids à vide de 14 tonnes ;

4° Un wagon à houille de l'Egyptian Ry, chargeant 40 tonnes et d'un poids à vide de 13,676 kilogrammes;

5° Et un wagon pour la voie de 1 m. 067, destiné à l'Egyptian Ry. Ce wagon servant à transporter de la houille peut recevoir un chargement de 25 tonnes.

Tous ces différents wagons sont montés sur des bogies à deux essieux.

Des pièces détachées pour bogies et un bogie en tôle emboutie étaient également exposés.

Goodwin Car C°. — *Wagons à déchargement automatique.* — Cette exposition, installée au Champ de Mars, comprenait: un modèle de wagon à déchargement automatique, du type employé par le Great Northern Ry pour effectuer le ballastage mécanique des voies, une section de ce wagon grandeur d'exécution et un dessin à grande échelle du même wagon.

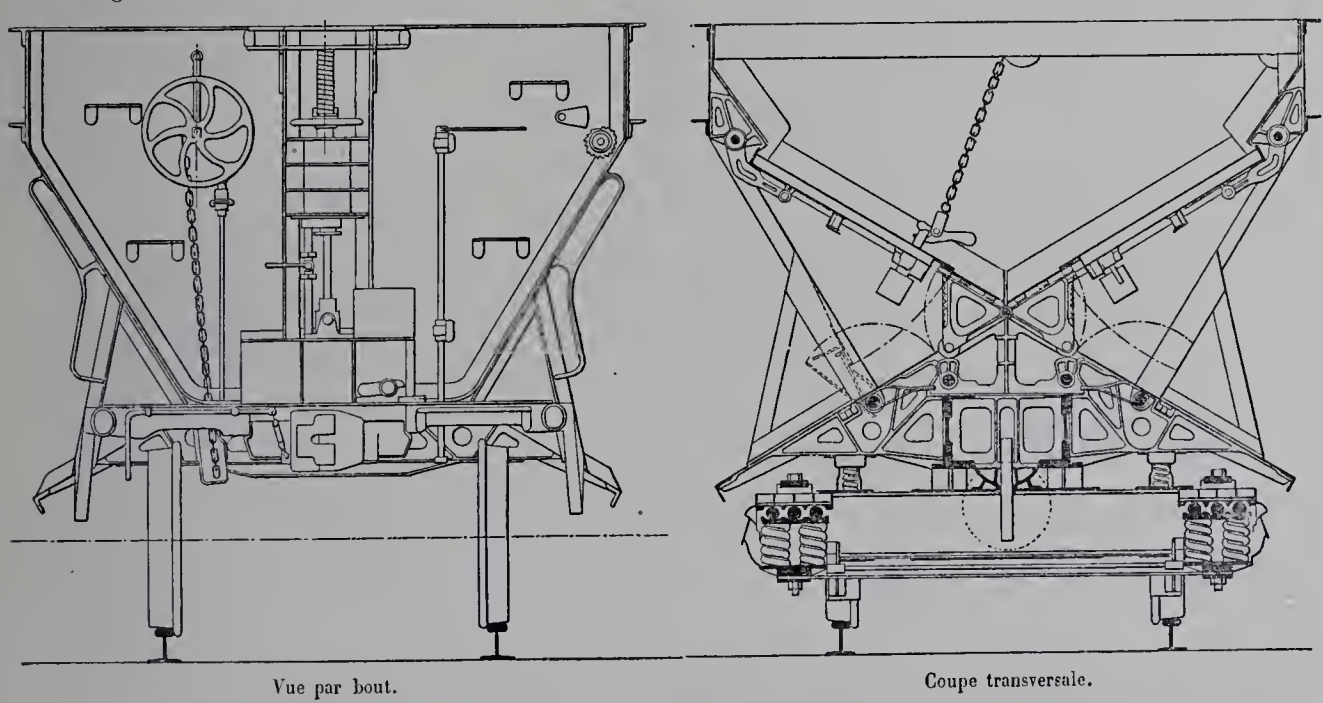


Fig. 4. — Wagon Goodwin à déchargement automatique.

Les wagons Goodwin sont employés pour les transports de ballast, les gros terrassements, les transports de scories, déblais de rocs, etc.; leur construction est combinée de manière à réaliser, par une manœuvre pouvant être exécutée par un seul homme, le déchargement d'un wagon ou d'une rame de wagons dans des conditions identiques à celles d'un déchargement effectué par une équipe de terrassiers sur des wagons ordinaires. Le déchargement peut être effectué à l'arrêt ou en marche, d'un côté quelconque de la voie, des deux côtés à la fois, ou à l'intérieur des rails. Ces différentes opérations s'effectuent en manœuvrant, au moyen de l'air comprimé, de grands volets latéraux et des trappes formant le fond du wagon. Les cylindres à air sont montés sur les bouts du wagon; ils transmettent le mouvement aux volets et aux trappes par l'intermédiaire de chaînes actionnées par un jeu de bielles et de manivelles.

Ces wagons sont établis en tôle et montés sur des bogies à deux essieux, leur capacité est de 25 mètres cubes.

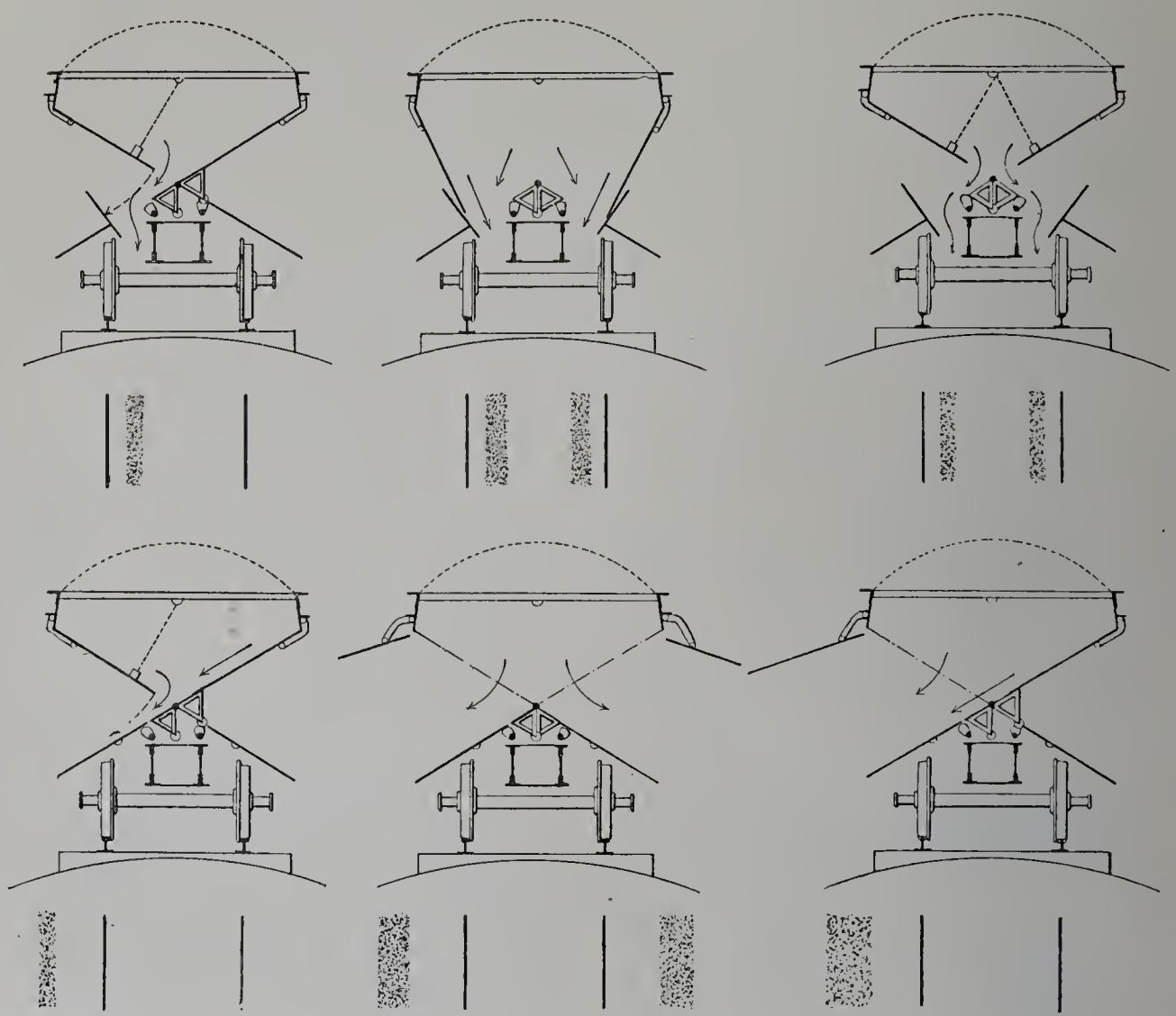


Fig. 5. — Wagon Godwin à déchargement automatique. — Différentes combinaisons de déchargement.

Les croquis ci-dessus indiquent la forme du wagon, son fonctionnement et les différentes combinaisons de déchargement.

Accouplements automatiques. — La section américaine comprenait plusieurs wagons auxquels étaient appliqués différents modes d'accouplements automatiques en usage aux États-Unis et montrant en même temps des applications de ces accouplements au matériel européen.

Gould Coupler Company. — Cette société exposait des modèles d'accouplements Gould, de châssis de wagons auxquels ces accouplements sont appliqués, de voitures dont les appareils d'attelage sont combinés avec les passerelles d'intercirculation, et, vers la fin de l'Exposition, deux wagons munis simultanément d'attelages automatiques et d'attelages normaux français par tendeurs à vis.

Mc Conway and Torley Company. — Cette société exposait un certain nombre d'accouplements automatiques des types *Janney* et *Buhoup* et deux wagons montrant l'application proposée pour le matériel européen.

National malleable Castings Company. — Cette exposition comprenait deux wagons de provenance anglaise auxquels étaient appliqués les accouplements automatiques *Tower*.

Ces différents systèmes d'accouplements sont décrits dans un chapitre spécial de la troisième partie du rapport.

Matériel pour tramways. — MM. J.-G. Brill et Cie, à Philadelphie. — L'exposition de MM. Brill et Cie comprenait :

Au Champ de Mars : une série de modèles de trucks pour voitures de tramways.

A Vincennes : des trucks et voitures grandeur d'exécution comprenant :

1° Une voiture automotrice électrique « convertible », à deux essieux, pouvant se transformer de voiture d'hiver en voiture d'été et *vice versa;*

2° Un chasse-neige électrique, à deux essieux, pour lignes de tramways ;

3° Un truck Brill, du type n° 27, à deux essieux, avec traverse danseuse, pour voitures automotrices électriques à grande vitesse ;

4° Un truck Brill, n° 27 G. Ce truck, du type « Universal », est à deux essieux et également muni d'une traverse danseuse. Il est employé pour les automotrices électriques devant s'inscrire en courbes de rayons très réduits et nécessitant un empattement restreint ;

5° Un truck Brill du type « Traction maximum ». Ce truck permet, tout en faisant reposer la voiture sur quatre essieux, d'utiliser 80 p. 100 du poids de la caisse pour l'adhérence ;

6° Un truck Brill, n° 21 E, pour automotrice électrique à deux essieux.

7° Une collection de photographies des types les plus importants des voitures sorties des ateliers J.-G. Brill.

Les trucks Brill se distinguent notamment par la construction de leurs longerons.

Ces longerons sont, comme dans les locomotives américaines, en fer ou en acier forgé ou moulé d'une seule pièce, d'où il résulte une absence de vibrations et une grande solidité de construction, qui, jointes à une triple suspension, donnent un roulement très doux.

La description des voitures et trucks exposés est donnée dans la troisième partie du rapport.

M. R.-W. Blackwell, à Londres. — *Pièces détachées pour traction électrique, trucks Peckham.* — M. R.-W. Blackwell, représentant de diverses maisons américaines, exposait une série d'objets pour installations électriques et applications de la traction électrique sur les lignes de tramways.

Parmi ces objets, il y a lieu de citer : tableaux de distribution et pièces détachées pour tableaux de distribution; trolleys; interrupteurs et contrôleurs; éclisses flexibles électriques formées de lames de cuivre rouge maintenues dans les rails par l'introduction d'une broche conique en acier; électro-moteurs pour tramways, etc.; modèles de trucks Peckham.

Les trucks Peckham sont formés par des longerons composés de pièces en fonte malléable et en acier moulé, maintenues entre deux fers plats. Ils sont munis de roues en fonte durcie en coquille, sur lesquelles le châssis du truck repose par l'intermédiaire de ressorts à boudin.

Ces trucks sont d'une construction simple et peu coûteuse; ils sont employés sur quelques compagnies françaises de tramways (réseaux de Brest, de Marseille, etc.).

Freins. — New-York Air-Brake Company. — *Frein à air comprimé.* — Cette société exposait des organes de frein continu à action rapide, des pompes de compression d'air et des modèles en coupe des différents appareils du frein.

Ce système de frein est décrit dans la troisième partie du rapport.

Christensen Engineering C°, à Milwaukee. — *Frein Christensen.* — Ce frein, employé sur les voitures de tramways, comporte une pompe actionnée par un moteur électrique. Ce moteur est muni d'un embrayage et d'un débrayage automatiques qui maintiennent la pression au réservoir entre certaines limites.

L'ensemble du frein est compact et peut se placer sans difficulté sous le plancher des voitures.

Objets divers. — Mckee Fuller C°. — *Roues.* — Cette exposition comprenait différents types de roues pour matériel de chemins de fer et de tramways.

Les roues exposées se divisaient en roues en fonte durcie en coquille, destinées au matériel à marchandises, aux véhicules des chemins de fer secondaires et de tramways, et en roues avec bandage en acier soudé au corps en fonte.

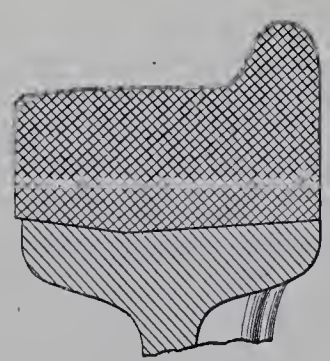


Fig. 6.

Dans ces dernières roues, le bandage laminé suivant la section ci-contre (fig. 6) est chauffé à une haute température et placé dans le moule à l'intérieur duquel on coule immédiatement de la fonte très chaude qui se soude au bandage.

La roue ainsi obtenue est ensuite recuite et placée dans un four où le refroidissement et la contraction s'opèrent lentement et d'une manière uniforme. Ces roues sont employées pour les voitures et wagons et comme roues porteuses de locomotives.

International Brake Shoe Company. — *Sabot de frein « Diamond ».* — Cette société exposait une série de sabots de frein obtenus en coulant la fonte autour d'une carcasse

constituée par des feuilles en acier doux déployées formant un grillage en losanges et reliées par des fils métalliques.

Les grillages insérés dans la fonte lui donnent de la solidité et permettent d'user plus complètement le sabot. De plus cette usure produisant un changement dans les positions respectives des sections de l'acier donne un frottement uniforme du sabot sur la surface de serrage.

Ce type de sabot est présenté comme ayant une durée environ quatre fois supérieure à celle des sabots en fonte ordinaire.

L'Administration des postes et télégraphes des États-Unis exposait dans un pavillon spécial, au quai d'Orsay, parmi des objets historiques se rapportant au service des dépêches et des modèles de courriers, paquebots, etc., un modèle au 1/6 de wagon-poste monté sur deux bogies à trois essieux, du type en service sur le Chicago-Milwaukee et Saint-Paul RR.

M. E.-W. Scripture, à New-Haven-Connecticut. — *Appareil servant à constater le daltonisme.* — Cet appareil est constitué par un disque portant différents verres de couleur et pouvant se déplacer devant un foyer lumineux. L'examinateur fait tourner le disque et note les réponses sur des imprimés, dans des colonnes correspondant aux numéros des verres de couleur. Ces réponses, comparées avec un tableau indiquant les couleurs réelles, donnent des résultats indépendants de la vision de l'examinateur.

Galena Oil C°, Franklin (Pennsylvania). — *Huiles de graissage.* — Ces huiles sont obtenues par un mélange d'huile minérale (Franklin Crude oil), d'huile de baleine et d'oxyde de plomb.

Elles sont de deux sortes :

1° Galena Coach and Engine oil destinée au graissage des essieux et mouvement des locomotives et des essieux des voitures pour trains express;

2° Galena Car oil destinée au graissage des essieux des wagons à marchandises.

Des échantillons des matières premières et des deux sortes d'huile ci-dessus étaient exposés.

Signal Oil company, Franklin (Pennsylvania). — *Huiles de graissage et d'éclairage.* —

1° Sibley's Perfection Valve oil;

2° Sibley's Perfection Signal oil.

La première de ces huiles est destinée exclusivement au graissage des tiroirs et cylindres des locomotives; elle est composée d'un mélange d'huile minérale et de graisse.

La seconde, destinée aux lanternes pour signaux de chemins de fer, est composée d'un mélange de pétrole et de graisse.

Publications. — Parmi un grand nombre de publications, rapports et comptes rendus exposés au Champ de Mars dans la Section des États-Unis, nous devons citer les suivants :

Railroad Gazette; Street Railway Journal; Railway and Engineering Review; Railway age; Bulletins des Associations des Master Mechanics et des Master Car Builders.

Les volumes exposés par ces dernières Associations contiennent les rapports rédigés par les comités nommés chaque année pour l'examen de différentes questions mises à l'étude à la suite du vote de ces Associations.

L'Association des Master Mechanics s'occupe de toutes les questions ayant trait aux locomotives; celle des Master Car Builders de toutes les questions se rapportant à la construction des wagons.

L'œuvre de ces Associations a été très importante pour le développement du matériel américain. Les votes des assemblées relatifs soit aux formes, soit aux conditions de réception, n'ont d'ailleurs jamais un caractère impératif.

L'Association des Master Mechanics, entre autres œuvres, a édité :

Des règles générales pour le maniement des freins Westinghouse, règles de la plus haute importance avec les longs trains à marchandises munis de ce frein;

Des conditions de réception pour les tôles et les tubes des chaudières.

L'œuvre des Master Car Builders a été encore bien plus considérable, car cette Association a créé des *Standards*, c'est-à-dire fixé des dimensions normales pour les pièces les plus sujettes à être remplacées telles que les roues, les essieux, les attelages, les sabots de frein, etc.; aussi un wagon de marchandises avarié peut souvent être réparé sur place dans toute l'étendue des États-Unis, du Canada et du Mexique.

Les Master Car Builders ont établi un tarif pour les réparations à effectuer sur les wagons et nommé un comité qui règle les différends s'élevant au sujet des réparations effectuées.

GRANDE-BRETAGNE.

Îles Britanniques.	Étendue.....	314,800 kilomètres carrés.
	Population.....	41,605,000 habitants (en 1900).

Historique et développement des chemins de fer de l'empire britannique. — C'est en l'année 1825 que fut mise en exploitation une ligne de 61 kilomètres de longueur, formant le premier chemin de fer britannique ouvert au trafic public.

Au 31 décembre 1899, la longueur totale des chemins de fer en exploitation en Angleterre, en Écosse et en Irlande, s'élevait à 34,922 kilomètres, dont 19,725 kilomètres à double voie et 15,647 kilomètres à voie unique; ces chiffres ne comprennent pas les tramways. Mais ces voies ferrées ne constituent qu'un peu plus du quart de l'ensemble des chemins de fer établis à ce jour sur les vastes contrées qui forment l'Empire britannique et, pour juger l'influence des chemins de fer sur les grandes industries métallurgiques et mécaniques anglaises, il convient d'envisager le développement pris par ses lignes coloniales. Aussi croyons-nous devoir indiquer, dans le tableau I suivant, l'étendue kilométrique des chemins de fer du Royaume-Uni et des possessions de l'Empire de dix en dix années.

Tableau I.

DÉVELOPPEMENT DU RÉSEAU DE L'EMPIRE BRITANNIQUE.

DÉSIGNATION.	ANNÉE DE LA MISE EN EXPLOITATION de la 1re ligne.	ANNÉES. 1899.	1889.	1879.	1869.	1859.	1849.	1839.
		kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.
Royaume-Uni	1825	34,922	32,095	28,478	24,373	16,096	9,707	996
Canada	1836	26,905	20,322	10,068	4,018	3,215	95	26
Jamaïque	1849	298	103	40	40	40	40	//
Inde	1853	37,785	25,580	13,678	6,849	1,007	//	//
Australasie	1855	23,774	17,822	7,070	1,477	275	//	//
Cap	1863	3,846	2,873	1,279	103	//	//	//
Trinité	1876	130	87	26	//	//	//	//
Maurice	1864	167	148	124	106	//	//	//
Demerara	1850	121	34	34	32	34	//	//
Ceylan	1865	478	291	191	19	//	//	//
Natal	1875	835	417	92	//	//	//	//
Terre-Neuve	1882	1,027	180	//	//	//	//	//
Barbade	1884	39	39	//	//	//	//	//
Malay Peninsula	1886	362	45	//	//	//	//	//
Malte	1884	13	13	//	//	//	//	//
Ouest-Africain	1899	51	//	//	//	//	//	//
Uganda	1896	584	//	//	//	//	//	//
Totaux	.....	131,337	100,048	61,080	37,119	20,667	9,842	1,022

Nota. — En 1801, il existait 14 kilom. 5 de tramways, et jusqu'en 1825 on en avait construit environ 640 kilomètres, en tout, dans la Grande-Bretagne.

Ces voies ferrées, principalement dans les colonies, ont été établies avec des écartements de rails très divers, et pour plus de la moitié de leur étendue totale avec des écartements réduits, comme le montre le tableau II ci-après :

Tableau II.

(SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1899.)

DÉSIGNATION.	ÉCARTEMENT ENTRE LES RAILS DE 1m676.	1m600.	1m435.	1m219.	1m067.	1m000.	0m914.	0m838.	0m762.	0m724.	0m711.	0m686.	0m610.
	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.
Royaume-Uni [1]	//	4,469	29,600	34	11	//	642	11	6	14	5	29	80
Canada	21	//	26,407	//	340	//	137	//	//	//	//	//	//
Jamaïque	//	//	298	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//
Inde	21,663	//	//	//	//	15,160	//	//	598	//	//	//	364
Australasie	//	5,935	4,535	//	13,304	//	//	//	//	//	//	//	//
Cap	//	//	//	//	3,698	//	//	//	148	//	//	//	//
Trinité	//	//	130	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//
Maurice	//	//	167	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//
Demerara	//	//	97	//	24	//	//	//	//	//	//	//	//
Ceylan	478	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//
Natal	//	//	//	//	834	//	//	//	//	//	//	//	//
Terre-Neuve	//	//	//	//	1,027	//	//	//	//	//	//	//	//
Barbade	//	//	//	//	//	//	//	//	39	//	//	//	//
Malte	//	//	//	//	//	13	//	//	//	//	//	//	//
Uganda	//	//	//	//	//	584	//	//	//	//	//	//	//
Ouest-Africain	//	//	//	//	//	//	//	//	51	//	//	//	//
Malay Peninsula	//	//	//	//	//	362	//	//	//	//	//	//	//
Total	22,162	10,404	61,235	34	19,238	16,119	779	11	843	14	5	29	444

[1] Plus 19 kilomètres de voie monorail et 5 kilomètres d'un chemin de fer à voie de 0 m. 457 posé dans la mer, à Brighton.

Le tableau III ci-dessous fait connaître la répartition de ces voies ferrées en lignes appartenant au Gouvernement et en lignes appartenant à des Sociétés privées :

Tableau III.

(SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1899.)

DÉSIGNATION.	LIGNES DE L'ÉTAT.	LIGNES DES COMPAGNIES.	TOTAL.
	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.
Royaume-Uni	//	34,922	34,922
Canada	2,181	24,724	26,905
Jamaïque	//	298	298
Inde	9,448	28,337 (1)	37,785
Australasie	22,519	1,155	23,774
Cap	3,202	644	2,846
Trinité	130	//	130
Maurice	167	//	167
Demerara	29	92	121
Ceylan	478	//	478
Natal	835	//	835
Terre-Neuve	1,027	//	1,027
Barbade	//	39	39
Malte	13	//	13
Uganda	584	//	584
Ouest-Africain	51	//	51
Malay-Peninsula	362	//	362

(1) Y compris les lignes appartenant à l'État, mais exploitées par des Compagnies.

Effectif du matériel roulant. — Le matériel roulant en service au 31 décembre 1899 sur les chemins de fer de l'Empire britannique était le suivant :

Tableau IV.

DÉSIGNATION.	LOCOMOTIVES.	VOITURES, FOURGONS ET VÉHICULES ACCESSOIRES de la G. V.	WAGONS À MARCHANDISES ET DIVERS.
Royaume-Uni	20,570	64,446	694,370 (1)
Canada	2,217	2,815	65,262
Jamaïque	25	38	256
Inde	4,537	14,024	88,660 (2)
A reporter	27,349	81,323	848,548

(1) Non compris environ 500,000 wagons de particuliers.
(2) Non compris des lignes de 0 m. 610 et 0 m. 762 d'écartement sur lesquelles on ne possède pas de renseignements.

DÉSIGNATION.	LOCOMOTIVES.	VOITURES, FOURGONS ET VÉHICULES ACCESSOIRES de la G.	WAGONS À MARCHANDISES ET DIVERS.
Report	27,349	81,323	848,548
Australasie	2,303	4,508	47,823
Cap	517	654	7,815 (1)
Trinité	18	63	379
Maurice	40	112	537
Demerara	13	47	233
Ceylan	116	373	1,118
Natal	129	268	2,146
Terre-Neuve	Pas de renseignements.		
Barbade	4	12	72
Malte	Pas de renseignements.		
Uganda	76	145	808
Ouest-Africain	19	28	138
Malay-Peninsula	25	147	927
TOTAUX pour l'ensemble des chemins de fer de l'Empire	30,609	87,680	910,544

(1) Non compris les chemins de fer de la Rhodésia, sur lesquels on ne possède pas de renseignements.

En ce qui touche les chemins de fer de l'Angleterre, de l'Écosse et de l'Irlande, nous indiquerons l'augmentation du matériel pendant les quinze dernières années.

DÉSIGNATION.	ANNÉES.			
	1884.	1889.	1894.	1899.
Locomotives	14,827	15,896	18,328	20,570 (1)
Voitures à voyageurs	33,031	36,137	41,500	46,176 (2)
Fourgons et véhicules accessoires de G. V.	12,514	13,475	16,161	18,270
Wagons à marchandises, couverts, à houille, plats	454,945	502,951	593,776	677,099 (3)
Wagons divers	12,236	14,335	14,303	17,271

(1) Dont 28 locomotives électriques du City and South London. — (2) Dont 46 voitures électro-motrices du Liverpool Overhead Ry. — (3) Non compris environ 500,000 wagons particuliers.

Traction électrique. — D'après le manuel de Garcke, les premières applications de la traction électrique faites en Grande-Bretagne remontent à 1883, et comme le montrent les chiffres suivants, ce n'est que dans ces dernières années que se sont multipliées les applications aux tramways et aux Light Railways.

CHEMINS DE FER LÉGERS ET TRAMWAYS À TRACTION ÉLECTRIQUE.

	NOMBRE DES LIGNES.	LONGUEUR TOTALE EN EXPLOITATION	
		DES LIGNES.	DES VOIES.
1883	2	15k 2	15k 2
1885	4	24 9	30 5
1890	7	32 5	43 8
1895	15	145 2	219 2
1896	19	234 0	380 0
1897	20	238 9	387 7
1898	29	341 5	606 0
1899	39	493 3	729 6
1900	52	657 8	924 7

Le tableau qui précède ne comprend pas les trois chemins de fer électriques souterrains de Londres : City and South London, Waterloo and City, Central London, équipés électriquement respectivement en 1890, 1898 et 1900 et dont les longueurs sont : 8 kilom. 8, 2 kilom. 4 et 10 kilom. 5.

Production des fabriques de locomotives. — Bien que la plupart des grands chemins de fer anglais construisent eux-mêmes dans leurs propres ateliers les machines dont ils ont besoin, la construction des locomotives constitue une des grandes industries mécaniques de la Grande-Bretagne; elle occupait en 1900 environ 13,500 ouvriers répartis entre dix établissements[1]. En 1896, ce nombre était de 10,900.

Un seul de ces établissements, mais le plus important, la maison Neilson, Reid et Cie, à Glasgow (Hyde Park Locomotive Works), a pris part à l'Exposition de 1900, comme elle l'avait fait en 1889; fondée en 1837, elle occupait en 1888 1,750 ouvriers qui produisirent cette année-là 144 locomotives; en 1899, son personnel, notablement augmenté, comptait 3,100 ouvriers et la production, bien qu'encore entravée par les conséquences de la grève des mécaniciens, fut de 189 machines. Elle se dit capable de construire par an 300 locomotives de types européens. Les deux tiers de sa production totale, qui lors de l'Exposition atteignait 5,900 locomotives, ont été exportés principalement aux Indes, au Cap, en Espagne, en Hollande.

Les autres maisons de construction de locomotives exportent également la plus forte partie de leur production; nous relevons en effet que la valeur totale des locomotives exportées de la Grande-Bretagne s'est élevée à 37,090,000 francs en 1898, à 36,684,675 francs en 1899 et à 37,522,475 francs en 1900. Ces locomotives sont destinées au Japon, à l'Amérique du Sud, et surtout aux possessions britanniques. Sur ces divers marchés, les constructeurs anglais rencontrent maintenant la concurrence active, et souvent victorieuse, de l'industrie américaine.

[1] D'après *Engineering*, numéro du 4 janvier 1901.

Voie et appareils de sécurité. — London and North Western Railway. — *Spécimen de son dernier type de voie.* — Cette voie est formée de rails en acier, à double champignon dissymétrique, pesant 51 kilogrammes le mètre et de 18 mètres de longueur. Ces rails sont reliés aux traverses par des coussinets, en fonte, pesant 26 kilogrammes l'un, maintenus par trois tirefonds galvanisés sur des traverses en karri, bois d'Australie. Les dimensions des traverses de la voie courante sont 2 m. 75, 0 m. 255 et 0 m. 127. Les traverses de joint ont 0 m. 305 de largeur. Chaque longueur de rail de 18 mètres est portée par 23 traverses. Les éclisses droites ont 0 m. 46 de longueur. Les joints sont disposés en porte-à-faux et concordants.

Le London and North Western Railway exposait aussi un modèle des voies de triage de la gare de Edge-Hill, où sont composés en trains les wagons chargés dans le port de Liverpool. Les diverses opérations de triage sont effectuées au moyen de la gravité.

London and North Western Railway. — *Système de commande électrique des aiguilles et des signaux*[1]. — Un modèle représentait l'installation réalisée dans la gare de Crewe pour la commande électrique des aiguilles et des signaux d'après le système Webb et Thomson. Dans ce système, les aiguilles des voies principales sont actionnées par des dynamos à axe vertical. La dynamo, alimentée par un courant de 100 à 110 volts, porte sur son arbre une vis sans fin qui engrène avec une roue. Celle-ci est embrayée par des manchons à une came qui fait mouvoir l'aiguille par l'intermédiaire de leviers et de tringles. Les manchons sont débrayés dès que le mouvement de l'aiguille est achevé et son calage produit. La dynamo tourne ensuite folle jusqu'à ce que le courant ait été coupé par le levier de commande de la cabine; mais le mouvement de ce dernier levier ne peut pas être achevé avant que l'aiguille ne soit dans la position voulue et verrouillée. Ce contrôle est obtenu par un circuit spécial qui passe dans un électro-aimant actionnant le verrou enclenchant le levier.

La dynamo et le mécanisme de manœuvre sont enfermés dans une boîte en fonte enfouie dans le sol sur l'un des côtés de l'aiguille; de l'autre côté de celle-ci est placée la boîte contenant les commutateurs agissant sur le courant de contrôle. Dans ce système six fils relient l'aiguille à la cabine; il faut, en effet deux circuits pour les deux sens de marche de la dynamo et deux fils pour le circuit de contrôle. La dynamo tournant à 1,500 tours, il faut 3 secondes pour la manœuvre complète d'une aiguille.

Les aiguilles des voies de triage ont comme moteurs de simples électro-aimants qui en effectuent la manœuvre en 1 seconde. Les signaux sont commandés de la même façon par une disposition ayant quelque analogie avec le système de commande des signaux Timmis appliqué sur le Liverpool Overhead Railway.

L'appareil de commande et de centralisation consiste en leviers groupés sur deux lignes superposées. Les leviers supérieurs sont ceux des aiguilles et les leviers du rang inférieur commandent les signaux; ils se manœuvrent comme les leviers des appareils

[1] La *Revue générale des Chemins de fer* a publié quelques dessins de ces appareils dans le numéro de mars 1901 Dans son numéro de février 1901, le *Railway Engineer* en a donné une description assez complète.

d'enclenchement ordinaires. Ce groupe de leviers occupe seul l'étage supérieur de la cabine. A l'étage inférieur se trouvent les mécanismes d'enclenchement à taquet, du type connu, les commutateurs lançant le courant à 110 volts, et les verrous de calage. Les commutateurs ont des contacts en charbon; ils sont disposés de façon à pouvoir être rapidement remplacés.

Le verrou d'enclenchement du levier d'aiguille empêche d'achever la manœuvre de ce levier tant que l'aiguille n'est pas verrouillée. Dans ce but, le verrou du levier porte deux saillies disposées en avant des extrémités de sa course et contre lesquelles deux crochets sont appuyés par des ressorts. Lorsque l'aiguille est bien en place, le courant de contrôle se produit et passe dans un des deux électro-aimants. Le crochet correspondant est attiré et libère le verrou et par suite le levier d'aiguille.

Compagnie anglaise Westinghouse, à Londres. — *Appareils électro-pneumatiques Westinghouse pour la commande des aiguilles et des signaux.* — Un important spécimen de ce système de commande, bien que d'origine américaine, était exposé à Vincennes dans la section anglaise. Dans le système électro-pneumatique Westinghouse, l'air comprimé à la pression de 4 à 6 kilogrammes est employé comme moteur pour la manœuvre des aiguilles et des signaux; cet air agit sur des pistons de cylindres, mais sa distribution est produite par des électro-aimants actionnant des soupapes. C'est également l'électricité qui renvoie au poste l'indication de l'achèvement de la manœuvre de l'aiguille ou du signal, renvoi qui seul permet à l'aiguilleur d'achever la manœuvre du levier de commande.

Les appareils de manœuvre placés dans la cabine des signaux comprennent trois parties : des organes d'enclenchement mécanique des différents leviers, des commutateurs électriques à mouvement rotatif qui envoient les courants de mise en action des soupapes et enfin le dispositif de contrôle. Les organes de manœuvre de l'aiguille ou du signal comprennent un cylindre à air avec ses deux soupapes et une boîte de contrôle. Le courant électrique n'actionne pas directement les tiroirs d'admission de l'air dans les cylindres moteurs, mais fait ouvrir une petite soupape qui permet à l'air comprimé de venir sous un piston qui commande le mouvement du tiroir d'admission. De cette façon on ne demande au courant électrique que de faibles efforts. Un électro-aimant sert à caler le tiroir d'admission d'air comprimé dans l'une ou l'autre de ses positions. Le mécanisme de contrôle se compose dans certains appareils d'un contact glissant monté sur la tige même de commande de l'aiguille. Il est possible de disposer chaque circuit des courants de contrôle de telle sorte que la libération d'un levier ne peut se produire que si tous les appareils intéressés par la manœuvre à effectuer sont dans la position convenable. Le courant dont il est fait usage est ordinairement produit par une batterie d'accumulateurs à une tension de 8 à 16 volts. Des sémaphores à commande électro-pneumatique, combinés avec des circuits de voie, constituent un système de bloc automatique qui a reçu aux États-Unis de nombreuses applications depuis la première, qui date de 1884. A la fin de l'année 1900, le nombre de ces sémaphores s'élève à environ 25,000. Le système électro-pneumatique Westinghouse, qui ne nécessite qu'une

seule canalisation d'air comprimé, permet la commande d'appareils fort éloignés des cabines, et se prête à toutes les combinaisons désirables pour les enclenchements des appareils d'une gare entre eux et avec les signaux de block. Il a été appliqué depuis sa création (1891) dans un assez grand nombre de gares importantes des États-Unis; nous citerons : la gare terminus du Philadelphia and Reading, à Philadelphie, dont la cabine centrale renferme 71 leviers[1], la gare Sud de Boston, installée en 1899, où l'on compte dans la cabine centrale 143 leviers.

En Europe, ce système a été appliqué en 1897 à la gare de Munich (11 leviers) et en 1899 à la gare de Bishopsgate (Londres) du Great Eastern Railway (38 leviers)[2].

Locomotives. — Les cinq locomotives suivantes étaient exposées dans la Section britannique :

Great Eastern Railway : une locomotive *Claud Hamilton,* n° 1900, à simple expansion, à deux essieux accouplés et bogie. Cette locomotive, construite dans les ateliers de la compagnie, est destinée à la remorque des trains express. Elle était munie d'un tender à trois essieux et aménagée pour brûler du combustible liquide d'après le système de M. Holden.

London and North Western Railway : une locomotive express *la France,* n° 4000, compound à 4 cylindres, à deux essieux accouplés et truck radial, système Webb, construite dans les ateliers de la compagnie. Cette locomotive était munie d'un tender à trois essieux avec appareils de prise d'eau en marche.

Midland Railway Company : une locomotive express n° 2601, à simple expansion, à roues motrices libres, bogie avant et essieu porteur à l'arrière.

Cette locomotive, construite dans les ateliers de la compagnie, à Derby, était pourvue d'un tender monté sur deux bogies à deux essieux.

North Eastern Railway : une locomotive express n° 2006 à simple expansion, à trois essieux accouplés et bogie, munie d'un tender à trois essieux, construite dans les ateliers de la compagnie.

Neilson Reid and C°, à Glasgow : une locomotive express, *Koningin Wilhelmina,* n° 27.

Cette locomotive, à simple expansion, à deux essieux accouplés et bogie, munie d'un tender à trois essieux, est destinée au Central Néerlandais.

Voitures. — La section anglaise ne comprenait que deux voitures :

Les London and North Western and Caledonian Railways exposaient une voiture-restau-

[1] Cette installation a été décrite dans le numéro de décembre 1897 de la *Revue générale des Chemins de fer.*

[2] Cette installation a été décrite par M. Huberti dans le numéro de juin 1899 du *Bulletin de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer*

IMPRIMERIE NATIONALE.

rant n° 200, à intercirculation montée sur bogies à trois essieux et offrant vingt places, destinée aux services de Londres à Glasgow par la côte de l'Ouest.

Le North Eastern Railway exposait : une voiture-salon-lits de dix places, n° 276, à intercirculation, également montée sur deux bogies à trois essieux et destinée aux services de Londres à Édimbourg par la côte de l'Est.

Freins. — Westinghouse Brake C° Ld. — *Freins à air comprimé.* — Cette société exposait des garnitures de freins Westinghouse à grande vitesse. Ce système de frein est décrit dans la troisième partie du rapport.

Objets divers. — Exhaust Steam Injector C° Ld. — *Injecteur à vapeur d'échappement et séparateur d'huile pour locomotive (système Davies et Metcalfe).* — La vapeur d'échappement est envoyée dans un séparateur d'huile muni d'un purgeur automatique et d'un filtre composé d'un cylindre en tissu; de là, au moyen d'une valve à papillon, elle se rend dans les cônes de l'injecteur qui doit être placé en charge par rapport aux caisses du tender. Cet injecteur est amorcé au moyen de vapeur vive amenée par un tuyau spécial également employé pour la marche à régulateur fermé. Un second injecteur, placé au-dessus du premier et alimenté par de la vapeur vive, est utilisé lorsque la machine est à l'arrêt.

United States Metallic Packing Company limited, à Bradford. — Cette maison exposait la garniture métallique américaine bien connue qui est constituée par trois bagues en métal antifriction faisant joint sur la tige de piston. Ces bagues, contenues dans une cuvette, sont pressées par un ressort. La cuvette est terminée par une portée sphérique rodée sur la boîte. La pression de la vapeur et l'action du ressort maintiennent les surfaces en contact. Cette garniture offre l'avantage de se prêter aux mouvements latéraux de la tige de piston.

The Roller Bearings Company limited. — *Boîtes à rouleaux.* — Ces boîtes sont en fonte, d'une seule pièce et sont fermées en bout par un couvercle portant le graisseur et réuni au corps de la boîte au moyen de quatre prisonniers.

Les rouleaux en acier trempé sont maintenus par une cage en bronze dans une position parallèle à l'axe de la fusée. Le portage des rouleaux se fait sur un manchon en acier monté à l'intérieur de la boîte et sur un autre manchon monté à chaud sur la fusée. Pour éviter tout jeu latéral, l'extrémité de la fusée vient porter sur un butoir en bronze solidaire du couvercle. L'étanchéité de la boîte est obtenue par une garniture en cuir pressée par un cercle en fer. Ces boîtes sont données comme ne nécessitant au démarrage qu'un effort de traction de 1 kilogr. 500 par tonne de charge; elles ont été mises à l'essai sur quelques véhicules des chemins de fer du Nord et de l'Ouest.

Mossberg Roller Bearings limited. — *Boîtes à rouleaux.* — Cette Société exposait : des boîtes à rouleaux et à galets pour voitures de chemins de fer et de tramways,

machines-outils, voitures et trucks à traction animale; et des paliers à galets pour arbres d'hélice et de transmission.

Hopkinson, à Middlesex. — *Caoutchouc.* — Cette maison exposait : des ressorts en caoutchouc pour tamponnement, des tuyaux flexibles pour freins continus, des diaphragmes, cylindres, anneaux en caoutchouc pour frein Vacuum ou Westinghouse et des tuyaux pour le remplissage des réservoirs des voitures éclairées au gaz d'huile comprimé.

Chubb, à Londres. — Cette maison exposait : des serrures pour portes de voitures et pour cadenasser les aiguilles; des barres à cadenas pour portes de wagons; un type de boîte à finances, employé par plusieurs grands chemins de fer anglais.

Une trappe mobile permet d'introduire les sacs d'argent, qui descendent au fond de la boîte par leur propre poids. Ces sacs ne peuvent plus en être retirés que par la personne qui possède la clef ouvrant la serrure du couvercle de la boîte.

Grafton et Cie, à Bradford. — Cette maison exposait deux grues locomotives à vapeur, l'une de 7 tonnes, l'autre de 5 tonnes. Ces grues, à volée variable, sont munies d'indicateurs montrant la charge que l'on peut lever avec sûreté pour chaque portée.

MM. Jessops and Appleby brothers exposaient une grue à vapeur roulante pour chemins de fer, de la force de 7 tonnes.

Matériel pour chemins de fer portatifs. — MM. I. et F. Howard exposaient un wagonnet basculant, en tôle d'acier, monté sur deux essieux, avec boîtes à galets, et un modèle de voie portative.

AUSTRALIE OCCIDENTALE.

Superficie..... 2,529,000 kilomètres carrés.
(Soit environ un tiers de la superficie totale de l'Australie.)
Population..... 171,000 habitants (en 1899).

Historique et développement des chemins de fer. — En juillet 1879, fut ouverte la première ligne ferrée de la colonie de l'Australie occidentale d'une longueur totale de 55 kilomètres, elle reliait Geraldton à Northampton. Fin 1890, la longueur totale du réseau ne s'élevait encore qu'à 742 kilomètres, en nombre rond.

Les gisements aurifères et le bassin houiller de Collie ayant été découverts vers cette époque, leur exploitation progressive, venant se joindre aux développements des exploitations agricoles et forestières, a imprimé, notamment dans ces dernières années, une grande activité à la construction de nouvelles lignes ferrées, rendues d'autant plus nécessaires que le pays n'a pas de cours d'eau navigables.

Au 31 décembre 1895, le réseau de cette colonie avait une longueur totale de 1,371 kilomètres, et il a atteint 2,625 kilomètres au 30 juin 1899.

Ces 2,625 kilomètres se partagent entre la Compagnie du Midland Railway (qui

exploite la ligne de Midland Junction à Walkaway, d'une longueur de 445 kilomètres) et le gouvernement local qui possède et exploite 2,180 kilomètres de lignes.

En outre de ce réseau, il existait dans la colonie (au 30 juin 1899) plus de 400 kilomètres de lignes industrielles, presque toutes pour l'exploitation des forêts; le Gouvernement avait, en construction, 178 kilomètres, et, à l'étude, deux lignes d'une longueur totale de 187 kilomètres.

Du catalogue officiel, nous extrairons les chiffres du tableau suivant, qui permettent d'apprécier l'importance du matériel et du trafic des lignes du Gouvernement, les seules auxquelles ils s'appliquent. Nous y ajoutons, d'après le dernier rapport du Directeur de ces chemins de fer, les chiffres relatifs à l'exercice 1899-1900 :

EXERCICES FINISSANT AU 30 JUIN.

DÉSIGNATION.	ANNÉES				
	1896.	1897.	1898.	1899.	1900.
	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.
Longueur ouverte au 30 juin	946	1,560	1,598	2,161	2,181
Longueur moyenne exploitée pendant l'année	933	1,336	1,567	2,044	2,181
Dépense moyenne de premier établissement par kilomètre	62,060	69,880	79,234	73,678	78,604
Parcours kilométriques des trains	2,481,170	4,083,156	5,815,883	5,242,060	6,785,156
Recettes brutes par kilomètre exploité	14,216	17,137	16,267	12,539	14,491
Dépenses par kilomètre exploité	7,064	10,812	12,539	8,714	9,909
Nombre des locomotives	74	151	186	231	233
Nombre des voitures	102	224	289	343	(1) 259
Nombre des wagons	2,360	3,485	4,478	4,358	4,778

(1) La diminution de l'effectif du matériel à voyageurs n'est qu'apparente, les fourgons, précédemment compris dans cette rubrique, figurant à partir de cette année dans le matériel à marchandises.

Toutes les voies ferrées de l'Australie occidentale sont à l'écartement de 1 m. 067.

Les voitures à voyageurs ne sont que de deux classes; les compartiments de 1re classe sont à 6 places et ceux de 2e classe à 8. En raison des chaleurs de l'été, ces voitures sont munies d'une double toiture et tous les châssis de glace sont mobiles (6 châssis par compartiment).

Les trains de grands parcours comprennent des voitures à cabinet de toilette dont quelques compartiments sont à lits. On vient d'appliquer à ces voitures spéciales des appareils d'éclairage électrique par accumulateurs.

Les wagons à marchandises, généralement à 10 tonnes, sont à châssis et caisse en bois, construits très simplement comme l'était, il y a peu d'années, tout le matériel à marchandises circulant en Angleterre. Le système d'accouplement est central : par une fente ménagée dans le plateau de l'unique tampon passe et se meut le crochet d'attelage mobile autour d'une broche horizontale. Lorsqu'on attelle deux wagons, chacun des crochets vient s'accrocher à la broche de l'autre wagon. Ce crochet présente, à sa partie

supérieure, un appendice ou sorte de corne, sur lequel on rabat un étrier lorsque l'attelage est effectué. En raison de la forme de la corne, cet étrier s'oppose à la levée du crochet et à son désaccouplement sous l'action des chocs et des vibrations.

Signalons encore que la ville de Perth possède déjà des tramways à traction électrique par trolley.

Bois de Jarrah et de Karri. — Afin de montrer les applications qui peuvent être faites des bois de Jarrah et de Karri à l'industrie des chemins de fer, le Gouvernement de l'Australie occidentale avait fait figurer dans la Classe 32 deux wagons dont les châssis et les caisses étaient fabriqués avec ces bois, puis un chevalet de pont et des traverses en ces mêmes bois.

Le Jarrah (*Eucalyptus marginata*) est un arbre à tronc droit qui a en moyenne 10 à 15 mètres de hauteur, 0 m. 75 à 1 mètre de diamètre à la base, mais qui parfois atteint 30 mètres de hauteur et 1 m. 50 de diamètre, ayant ses premières branches à 15 mètres du sol. Lorsqu'il vient d'être coupé, il pèse 875 kilogrammes le mètre cube. Après séchage complet, son poids spécifique descend à 750 kilogrammes.

Il est de couleur rouge, se travaille assez facilement peu de temps après la coupe et se polit bien, il devient très dur en vieillissant. Sa propriété précieuse est sa résistance aux agents atmosphériques : des maisons construites il y a cent ans, des pilotis enfoncés dans l'eau de mer depuis plus de soixante ans, des traverses de chemins de fer après dix-huit ans de service ont été trouvés en parfait état.

Le bois de Jarrah est donc présenté comme pouvant être avantageusement employé pour les charpentes, caisses de wagons, pilotis, ponts, traverses de chemins de fer et pavés.

Le Karri (*Eucalyptus diversicolor*) se range parmi les arbres géants de l'Australie. En moyenne, il atteint 60 mètres de hauteur, 1 m. 20 de diamètre à la base du tronc. Ses premières branches sont à une quarantaine de mètres du sol. On rencontre parfois des Karris ayant 90 mètres de hauteur, 2 à 3 mètres de diamètre, les premières branches se trouvant à 55 mètres du sol.

Le bois du Karri est rouge, dur et élastique, plus résistant que le Jarrah ; il se travaille moins facilement que lui. Il convient surtout pour les superstructures : charpentes, ponts, châssis et caisses des voitures et wagons.

Les ateliers des chemins de fer de l'Australie occidentale en font un grand usage. Il convient également bien comme traverses et pour le pavage en bois.

Le Tuard (*Eucalyptus gomphocephala*), qui atteint plus de hauteur que le Jarrah, a un bois de couleur jaune blanchâtre, dur, très difficile à fendre et à travailler. Il sert à confectionner les pièces qui demandent de la résistance et de la dureté telles que des châssis d'assise de machines, des tampons de choc.

La richesse des forêts de l'Australie occidentale, surtout en Jarrah, leur étendue, la prompte croissance de ces eucalyptus qui en quarante à cinquante ans atteignent des dimensions utilisables, font que cette colonie tend à compter parmi les pays exportateurs de bois. Dès maintenant, 3,000 hommes, 4,000 chevaux-vapeur, 440 kilomètres de

voies ferrées, 900 bœufs, 1,400 chevaux sont occupés à l'exploitation forestière dont les produits sont envoyés en Angleterre, en Amérique et aux Indes. Il convient donc d'appeler l'attention des ingénieurs et constructeurs sur ces bois.

CANADA.

Canadian Pacific Railway C°. — Cette exposition, qui se trouvait au Trocadéro dans le pavillon du Canada, comprenait un compartiment de sleeping-car de la Compagnie montrant la disposition usitée pour les trajets de jour et de nuit.

Ces voitures sont à couloir central; chaque compartiment comprend quatre fauteuils disposés en deux groupes de deux se faisant vis-à-vis ; les lits sont obtenus longitudinalement par le rapprochement des deux fauteuils placés d'un même côté du couloir central.

Des lampes à incandescence, alimentées par des accumulateurs, éclairent ces voitures.

Du dix-neuvième Rapport annuel (1899) de la Compagnie du Canadian Pacific Railway sont tirés les documents suivants :

Longueur totale des lignes en exploitation (en kilomètres)		11,187
Matériel roulant et de traction.	Locomotives	690
	Voitures à voyageurs et à bagages	627
	Voitures de luxe de 1re classe	113
	Voitures-salons et salons de service	33
	Wagons à marchandises	19,005
	Fourgons-freins	362
	Wagons spéciaux	682

Grand-Trunk Railway C°. — Ce chemin de fer exposait au Trocadéro, parmi une série de photographies de sites de son réseau, des documents statistiques desquels sont tirés les renseignements suivants :

Longueur totale des lignes du réseau (en kilomètres)	7,646
Locomotives	795
Voitures à voyageurs	871
Matériel à marchandises (véhicules)	24,746
Nombre des employés, environ	20,000
Voyageurs transportés en 1899	6,472,127
Tonnes de marchandises transportées en 1899	9,023,278

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG.

Superficie	2,597 kilomètres carrés.
Population	236,000 habitants (en 1900).

Le tableau ci-après indique la longueur, au 31 décembre des années 1890 et 1900, des voies ferrées luxembourgeoises situées sur le grand-duché, leur répartition entre les diverses sociétés exploitantes et le matériel de ces sociétés (sauf pour les lignes

du Guillaume-Luxembourg exploitées par la Direction impériale de l'Alsace-Lorraine au moyen de son propre matériel) :

DÉSIGNATION DU RÉSEAU.	LONGUEUR AU 31 DÉCEMBRE		MATÉRIEL ACTUELLEMENT EN SERVICE (1900).			
	1890.	1900.	LOCOMOTIVES.	VOITURES.	FOURGONS.	WAGONS à MARCHANDISES.
	kilomètres.	kilomètres.				
Guillaume-Luxembourg	191,000	191,000	//	//	//	//
Prince-Henri (ouvert en 1873)	156,085	182,047	43	64	34	1,002
Chemins de fer secondaires luxembourgeois (ouverts en 1882)	39,900	39,900	8	21	4	68
Chemins de fer cantonaux (ouverts en 1889)	43,200	43,200	10	21	13	66
Chemins de fer vicinaux (ouverts en 1899)	//	10,200	2	5	2	11
Tramways de la ville de Luxembourg [1] (ouverts en 1873)	3,000	3,000	//	11	//	//
Voie industrielle à petite section (ouverte en 1899)	3,000	3,000	2	//	//	//
TOTAUX	436,185	472,347	65	122	53	1,147

[1] 18,000 habitants; à traction animale.

La Section luxembourgeoise ne comprenait qu'un seul objet : l'*Anspect* de MM. CITO ET FUNK pour le redressement des voies ferrées.

Cet appareil a déjà figuré dans plusieurs expositions; il est employé par un nombre important de Compagnies de chemins de fer. Nous rappellerons qu'il consiste en une pièce en V que l'on introduit entre le ballast et le patin du rail, et que l'on ouvre à l'aide d'un levier. Cet appareil ne gêne pas la circulation des trains; il est peu pesant et permet d'exercer sur le rail un effort atteignant 6 tonnes.

GRÈCE.

Superficie..... 64,679 kilomètres carrés.
Population..... 2,433,000 habitants (en 1896).

La Grèce possède actuellement 993 kilomètres de voies ferrées en exploitation. Le tableau récapitulatif ci-après indique le développement des lignes par réseau depuis 1883 jusqu'à ce jour :

	1883.	1889.	1895.	1899.
Athènes-Pirée	8k6	8k6	9k3	10k
Pirée-Athènes-Péloponèse	//	343 0	555 0	618
Thessalie	//	204 0	204 0	217
Attique	//	74 0	74 0	74
Pyrgos-Catalocon	13 0	13 0	13 0	13
Nord-Ouest de la Grèce	//	//	61 0	61
TOTAL	21 6	642 6	916 3	993

Tous ces réseaux, à l'exclusion d'un tronçon de 10 kilomètres entre Athènes et le Pirée, qui est à voie large de 1 m. 44, sont à voie de 1 mètre.

Le mode de traction se fait par locomotives ordinaires; il n'existe qu'un tronçon de 8 kilomètres entre Diacofto et Calavrita, compris dans les réseaux de la Compagnie du Pirée-Athènes-Péloponèse, dont la traction soit du système funiculaire.

En 1889, le Gouvernement hellénique avait entrepris l'établissement de la ligne du Pirée à Larissa et à la frontière ottomane, ligne destinée à relier la Grèce aux réseaux internationaux de l'Europe continentale. Par suite de désaccord avec les entrepreneurs, les travaux furent abandonnés en 1894. Le Gouvernement hellénique vient de concéder à nouveau, en mars 1900, la construction de l'exploitation de ce réseau international à voie de 1 m. 44.

La Grèce ne possède pas d'établissements de construction. Le matériel roulant est importé principalement de Belgique, et les locomotives de Suisse.

Il n'y a, en Grèce, qu'une seule entreprise de tramways qui dessert Athènes, le Pirée et les environs. La longueur totale de son réseau est d'environ 70 kilomètres. La traction se fait par chevaux, sauf sur la ligne d'Athènes aux deux Phalères et sur son prolongement jusqu'au Pirée, où elle se fait par des locomotives à vapeur.

GUATÉMALA.

Superficie..... 164,200 kilomètres carrés.
Population..... 1,574,338 habitants (au 31 décembre 1900)
[dont environ 1 million d'Indiens].

La longueur totale des voies ferrées était de 542 kilomètres fin 1898 (d'après l'*Archiv für Eisenbahnwesen*). Ce réseau comprend un chemin de fer Decauville entre la capitale, Villa de Guadalupe et Guarda Viergo, d'une longueur de 6 k. 5 environ.

Les principales rues de la capitale Guatemala (72,600 habitants) sont desservies par des tramways.

La République de Guatemala avait exposé une série de documents relatifs à ses chemins de fer, consistant notamment en lois, règlements, contrats de construction, statistiques, cartes et tarifs.

HONGRIE.

Superficie..... 322,310 kilomètres carrés
(dont 42,531 pour la Croatie-Slavonie).
Population..... 19,062,000 habitants
(dont 2,186,410 pour la Croatie-Slavonie).

Historique et développement des chemins de fer hongrois. — Dès 1827, un chemin de fer à traction animale, d'environ 4 kilomètres de longueur, était livré à la circulation, mais ce fut seulement en 1846 que fut achevée la première ligne à traction par locomotive à vapeur.

En 1848, les lignes de Budapest à Vacz et à Szolnok, d'une longueur de 178 kilomètres, étaient en exploitation. Depuis cette époque, le réseau hongrois n'a pas cessé de s'accroître, comme le montrent les chiffres suivants :

LIGNES LIVRÉES À LA CIRCULATION.

	LONGUEUR EN KILOMÈTRES.	MOYENNE PAR AN.
1850 à 1855	379	63
1856 à 1861	1,280	213
1862 à 1867	448	74
1868 à 1875	4,137	517
1876 à 1880	656	131
1881 à 1885	1,944	388
1886 à 1890	2,224	445
1891 à 1895	2,675	535
1896 à 1900	2,693	538

DÉVELOPPEMENT DU RÉSEAU D'APRÈS LA NATURE DES LIGNES ET LEUR MODE D'EXPLOITATION (SITUATION AU 31 DÉCEMBRE).

DÉSIGNATION DES LIGNES.	1848.	1861.	1867.	1880.	1890.	1900.
	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.
Chemins de fer de l'État hongrois	//	//	//	2,656	5,615	7,644
Chemins de fer d'intérêt local exploités par les Chemins de fer de l'État hongrois	//	//	//	28	1,170	6,078
Lignes principales des Compagnies	178	1,837	2,285	4,324	2,864	1,318
Lignes d'intérêt local exploitées par des Compagnies	//	//	//	70	1,057	1,574
TOTAUX	178	1,837	2,285	7,080	11,246	16,614

L'exploitation par l'Administration des chemins de fer de l'État hongrois a débuté en 1867; voici quelques données statistiques sur le développement de son matériel et sur les parcours totaux annuels de ses trains :

ANNÉES.	LOCOMOTIVES.	VOITURES À VOYAGEURS.	WAGONS À MARCHANDISES.	FOURGONS, BUREAUX-POSTE, CHASSE-NEIGE.	PARCOURS KILOMÉTRIQUES DES TRAINS.
					kilomètres.
1867	8	14	218	2	167,253
1870	43	115	1,366	33	1,053,097
1880	327	612	5,269	234	4,975,132
1890	1,012	1,960	23,837	945	26,176,193
1898	2,272	4,302	44,554	2,143	56,413,749

A la fin de l'année 1898, l'ensemble du réseau hongrois était desservi par 2,724 locomotives, 5,772 voitures à voyageurs et 54,920 fourgons et wagons à marchandises;

à la fin de l'année 1895, ces chiffres étaient respectivement : 2,267, 4,877 et 49,617; pendant cet intervalle de trois années, l'effectif total du matériel du réseau hongrois s'est donc augmenté de 457 locomotives, 895 voitures et 5,303 wagons.

Voici quelques chiffres qui permettent de se faire une idée du développement du trafic et du travail du matériel :

ANNÉES.	ÉTENDUE TOTALE DU RÉSEAU.	NOMBRE TOTAL DES TRAINS À VOYAGEURS ET À MARCHANDISES.	PARCOURS TOTAL DES TRAINS À VOYAGEURS ET À MARCHANDISES.
	kilomètres.	trains.	kilomètres.
1870	3,477	66,000	9,800,000
1880	7,080	190,000	18,000,000
1888 [1]	10,395	419,000	33,600,000
1890	11,246	535,000	40,000,000
1894	12,988	848,000	54,000,000
1895	13,274	947,000	57,000,000
1898	16,368	1,275,077	68,000,000

[1] Année qui précéda la réforme des tarifs des voyageurs, l'application des tarifs par zones ayant été faite en 1889.

Voie. — Sur les chemins de fer à voie normale, les rampes les plus fortes sont de 25 millimètres par mètre; le plus petit rayon des courbes des voies principales est, en général, de 275 mètres; par exception, ce rayon descend à 189 mètres sur la ligne de Piski à Petrozsény et à 114 mètres sur la ligne d'Oravicza à Anina.

Sur les lignes d'intérêt local, à voie normale, le plus petit rayon des courbes est, en général, de 200 mètres; il descend exceptionnellement à 150 mètres.

Presque toutes les lignes sont à voie unique; en 1900, on ne comptait que 637 kilomètres de lignes à deux voies.

L'écartement des rails normalement adopté est celui de 1 m. 435; les lignes à voies étroites sont établies avec les écartements de 1 mètre, 0 m. 76 et 0 m. 75.

Les traverses sont en chêne (86 p. 100 du total), en hêtre imprégné (13,5 p. 100) et en sapin (0,5 p. 100).

Des essais de traverses métalliques ont été faits sur quelques sections : Temesvar à Orsova, Oravicza à Anina, dans la gare de l'Ouest de Budapest.

Les rails sont exclusivement du type Vignole, et, depuis plusieurs années, il n'est plus fait usage que de rails d'acier. Leur poids, par mètre, varie de 30 kilogrammes à 37 kilogr. 2 sur les lignes d'intérêt général; sur les lignes à grand trafic on pose, depuis quelques années, des rails de 42 k. 8; sur les lignes secondaires et d'intérêt local à voie normale, le poids par mètre varie de 17 kilogr. 48 à 25 kilogr. 3, et sur les lignes à voie étroite, il varie de 10 kilogr. 9 à 15 kilogr. 4.

Les anciens signaux à mâts et à ballons devenant insuffisants, on a commencé à installer les appareils de signaux à cloches électriques en 1861, les disques de station en 1870, les appareils d'enclenchement en 1881, les appareils de block en 1883.

Puis, comme moyen de correspondance rapide, on a commencé, en 1878, l'emploi du téléphone. Actuellement, on utilise les fils des cloches électriques pour établir ces communications téléphoniques. Dans ces cas, les cloches doivent être actionnées par des courants d'induction. Des spécimens des appareils employés à cet effet étaient exposés dans la Section hongroise.

A la fin de l'année 1898, il y avait, sur les lignes de chemins de fer de l'État, 5.030 maisons de garde munies d'appareils à cloches électriques, 1,310 disques de station à transmission électrique, 430 disques à transmission mécanique, 382 sémaphores, 150 gares pourvues d'appareils d'enclenchement et 261 kilomètres de lignes exploitées avec des appareils de block, du système Siemens et Halske, à courant d'induction. Des spécimens de ces derniers appareils figuraient dans l'exposition des chemins de fer de l'État.

Locomotives. — En 1863, les locomotives de la Société autrichienne-hongroise remorquaient des trains express de 159 tonnes à la vitesse de 70 kilomètres, tandis que les locomotives que viennent d'affecter aux mêmes catégories de trains les Chemins de fer de l'État hongrois peuvent remorquer une charge de 190 tonnes à la vitesse de 90 kilomètres. Les locomotives à marchandises, mises successivement en service, présentent une augmentation de puissance analogue. En 1898, les chemins de fer de l'État adoptèrent le système compound Mallet à quatre cylindres pour les locomotives destinées à remorquer les trains à marchandises sur la ligne à forte rampe de Fiume. La Section hongroise de 1900 présentait, à côté d'une machine de ce type, une locomotive à grande vitesse, à bogie à l'avant, essieu porteur sous le foyer, c'est-à-dire du type Atlantic, combiné avec deux cylindres compound, puis, comme troisième machine, une locomotive-tender pour voie de 0 m. 76 sur quatre essieux couplés, dont les extrêmes sont radiaux, d'après le système Klien et Lindner. Les ingénieurs hongrois nous ont ainsi montré que, non seulement ils se tiennent au courant de toutes les améliorations, en quelque point du globe qu'elles se produisent, mais encore qu'ils coopèrent au progrès général que nous constatons.

Voitures à voyageurs. — Les voitures mises en service en 1846 étaient à couloir central et à bogies. Les voitures construites en 1854 eurent des caisses analogues, mais étaient montées sur quatre essieux indépendants. Quelques années après, on adopta le type à compartiments séparés, sur deux et trois essieux. Pour le service de la banlieue, la Société des chemins de fer de l'État et la Société de Kassa-Oderberg firent construire des voitures à impériale qui circulent encore. En 1885 fut introduite la disposition du couloir latéral. Comme l'ont montré les spécimens qui figuraient à l'Exposition de 1900, cette disposition semble définitivement adoptée pour les première et seconde classes, le couloir central étant réservé pour les troisièmes classes. Selon les services auxquels elles sont destinées, les voitures sont courtes et montées sur deux ou trois essieux, ou longues et portées par deux bogies à deux essieux. Les derniers types de voitures adoptés présentent d'importants perfectionnements : la hauteur des caisses a été notablement augmentée; les roues sont équilibrées; les ressorts ont plus de flexi-

bilité; les caisses sont construites de façon à être aussi peu sonores que possible; la ventilation est obtenue principalement par des lanterneaux appliqués même aux voitures de 3e classe.

Le chauffage à la vapeur a été substitué, en 1885, au chauffage par appareils à briquettes et par poêles.

Les baies des voitures de 1re classe sont pourvues de doubles châssis vitrés.

L'éclairage a été amélioré par l'adoption successive du pétrole, du gaz riche (appareils Pintsch) et de l'électricité. Deux cents voitures de l'État et cent voitures du chemin de fer Arad-Csanad sont éclairées électriquement.

Les voitures entrant dans la composition des trains express et internationaux sont munies de soufflets du type normal allemand.

Les chemins de fer de l'État hongrois ont adopté le frein Westinghouse, mais les véhicules qui doivent circuler sur les lignes autrichiennes sont munis du frein à vide Hardy.

Des wagons-lits circulèrent pour la première fois en Hongrie, entre Budapest et Vienne, en 1882, et, l'année suivante, des wagons-restaurants firent ce même parcours dans l'« Orient-Express ».

Wagons à marchandises. — Le matériel à marchandises hongrois a, lui aussi, progressé. Le tonnage des wagons a été porté de 10 à 15 tonnes. Les profilés de fer ou d'acier se sont substitués au bois pour les châssis et les membrures des caisses. Des wagons appropriés pour les transports spéciaux (liquides, viandes, primeurs, etc.) ont été mis en service. La Hongrie a, comme l'Autriche, adopté la disposition à bords démontables pour les wagons-tombereaux et à houille en vue des transports militaires.

Comme l'a montré le matériel exposé, les voitures et wagons hongrois se rapprochent beaucoup du matériel allemand, tant par leurs dispositions générales que pour les détails de construction.

Production des usines hongroises. — *Rails.* — Les rails des premières lignes ont dû être importés, mais la fabrication des rails commença en Hongrie dès 1850 et, depuis plus de dix ans, la production des aciéries hongroises suffit amplement aux besoins du pays.

Les forges et aciéries que l'État hongrois possède à Diosgyör fabriquèrent des rails en fer de 1871 à fin 1884; toutefois, dès 1882, la fabrication de ces rails devint presque nulle. A partir de 1880, ces aciéries furent en état de livrer des rails d'acier; leur production, de 1,820 tonnes en 1880, s'est élevée à 32,000 tonnes en 1888 et à 52,592 tonnes en 1896.

Les usines de la Société Impériale Royale privilégiée des chemins de fer de l'État autrichien et hongrois, à Resciza et à Anina, ont produit 22,000 tonnes de rails en 1895.

Enfin, la Société des forges de Rimamurany-Salgo-Tarjan peut également fabriquer un tonnage important.

Matériel roulant. — Jusqu'en 1870, les locomotives, voitures et wagons provenaient de l'étranger; les usines hongroises commencèrent en cette année 1870 à construire des voitures, et les *Ateliers de construction des chemins de fer de l'État hongrois* présentèrent à l'Exposition de Vienne, en 1873, la première locomotive pour voie normale construite en Hongrie.

Ces ateliers ont pour origine l'achat fait par l'État hongrois, en 1870, des usines établies à Budapest par la Société belge-hongroise de construction de machines et par la Société suisse-hongroise pour la fabrication des wagons, sociétés qui n'étaient pas en état de soutenir la concurrence étrangère.

L'État hongrois a constamment développé ses ateliers depuis leur achat; il en a toujours perfectionné l'outillage dans le but de les présenter comme un modèle à ses nationaux en important les meilleurs procédés de fabrication, d'être en mesure de fournir aux administrations des chemins de fer et aux diverses entreprises du pays du matériel bien construit avec de bons matériaux; enfin, d'avoir une sorte d'école d'application et de perfectionnement pour ses jeunes ingénieurs et ses ouvriers nationaux.

Ces ateliers, qui ont construit des locomotives et des machines à vapeur dès 1873, fabriquent également des ponts depuis 1875, des locomobiles depuis 1876 et des machines agricoles, notamment des batteuses, depuis 1879.

L'effectif des ouvriers, de 417 en 1874, est monté à 635 en 1880, à 1,401 en 1890 et à 3,217 en 1899.

En ce qui touche la production des locomotives, la moyenne annuelle a été de :

5,45 locomotives pendant la période 1874 à 1880 inclus; 30,4 locomotives pendant la période 1881 à 1890 inclus; 108 locomotives pendant la période 1891 à 1899 inclus. La production maximum a été atteinte en 1896, année pendant laquelle 173 locomotives sortirent de ces ateliers. C'est en 1893 que la 500e locomotive fut livrée; la 1000e figura à l'Exposition du Millénaire, et une des locomotives envoyées à l'Exposition de 1900 portait sur sa plaque de fabrication le chiffre 1500.

Si nous ajoutons que ces ateliers présentent les installations les plus récemment adoptées pour le bien-être et la sécurité des ouvriers : aspirateurs de poussières, couvre-engrenages, réfectoire, salle de lecture, infirmerie, bains, étuve de désinfection, maisons ouvrières avec jardin et école d'apprentissage, que les produits exposés sont fort bien exécutés, nous pourrons conclure que l'État hongrois peut être, à juste titre, fier de ses ateliers de construction.

Ces ateliers ont actuellement une direction indépendante de l'Administration des chemins de fer de l'État; ils cherchent à exporter une notable partie de leur production et ils y réussissent.

La *Société anonyme de fonderie et fabrique de machines,* désignée *Ganz et Cie,* a été constituée en 1889 pour développer les établissements créés par Abraham Ganz en 1845. Cette société possède à Budapest trois usines :

1° Une fonderie de fonte et d'acier, produisant notamment les roues en fonte

trempée en coquille, très employées par les chemins de fer hongrois et autrichiens. Cet établissement occupe de 500 à 700 ouvriers;

2° Un atelier de construction de voitures et wagons, pouvant employer plus de 3,000 ouvriers et produire annuellement plus de 3,000 véhicules, dont 500 voitures à voyageurs;

3° Une fabrique d'appareils électriques, créée en 1878, qui occupe 1,200 personnes. La Société Ganz a construit, en 1891, pour les mines de Bleiberg, son premier chemin de fer électrique. Elle en a équipé depuis plusieurs autres. Ayant été l'une des premières à préconiser l'emploi des courants alternatifs, elle a installé en 1898, à Evian-les-Bains, un tramway électrique à courant triphasé, et elle vient de fournir aux chemins de fer italiens de l'Adriatique les appareils moteurs également à courant triphasé, mais fonctionnant sous la haute tension de 3,000 volts, des voitures destinées à la ligne Lecco-Sondrio-Chiavenna et dont un spécimen (voiture de 1re classe n° 301) figurait dans la Section italienne de l'Exposition de 1900.

La *Société de constructions mécaniques et wagons* (*Jean Weitzer*), à Arad, fondée en 1891, qui a augmenté son outillage en 1893 et 1894 afin de pouvoir construire des locomotives et des ponts, a fait savoir au Jury qu'elle avait déjà livré 185 locomotives, 11,000 voitures à voyageurs ou wagons, dont 74 locomotives et 1,000 véhicules ont été exportés. Elle peut occuper environ 2,000 ouvriers.

Les ateliers de la *Société anonyme de construction de wagons et de machines*, à Györ, ont été créés en 1898; ils fabriquent des voitures, des wagons et des véhicules de tramways et peuvent employer 1,000 à 1,500 ouvriers.

L'usine de la *Société anonyme de fonderie et construction mécanique*, à Budapest, fondée en 1869, n'a tout d'abord été qu'une fonderie. Elle a entrepris successivement la construction des chaudières, des ponts, des pièces mécaniques, puis, en 1891, des voitures de tramways, et, en 1893, des voitures de chemins de fer. Elle occupe environ 1,300 ouvriers, dont 400 à la construction du matériel roulant.

La *Société anonyme Danubius-Schönichen-Hartmann* a ses ateliers au port de Neupest. Cette société ne s'occupa tout d'abord que des constructions mécaniques et navales, puis construisit des ponts et, depuis 1896, fabrique des voitures et des wagons. Son personnel peut s'élever à 3,000 ouvriers pour les diverses branches.

De ces divers renseignements, nous pouvons conclure qu'en 1900 les ateliers hongrois étaient déjà capables de fournir une production annuelle totale de 200 locomotives et 8,000 à 9,000 véhicules de chemins de fer, dont un millier de voitures.

Si nous rapprochons ces chiffres de ceux déjà indiqués précédemment pour l'effectif du matériel actuellement en service et pour les accroissements des dernières années, nous sommes amenés à conclure que la production des usines hongroises dépasse de beaucoup les besoins du pays.

Appareil pour l'entretien des voies. — A. Ruscher. — *Draisine.* — La draisine Ruscher, établie pour la voie normale, est montée sur trois roues.

D'un même côté de l'appareil se trouvent une roue porteuse placée vers l'avant et une roue motrice arrière réunies par un châssis en tubes d'acier de 27 et de 35 millimètres. Deux contreforts, également en tubes, réunissent l'avant et l'arrière de ce châssis à la troisième roue; un tube vertical fixé au milieu du châssis porte une poignée et une selle à ressort réglable en hauteur. Le mouvement est transmis à la roue motrice au moyen de pédales, de deux pignons et d'une chaîne suivant la disposition usitée pour les bicyclettes. Les roulements sont à billes; les roues sont constituées par une jante en fonte avec rayons en fer.

Cette draisine est munie d'un frein à levier avec sabot en bois agissant sur la roue porteuse d'avant; elle permet d'obtenir une vitesse moyenne de 20 kilomètres à l'heure, Son poids est de 60 kilogrammes; le diamètre des roues porteuses est de 0 m. 200 et celui de la roue motrice 0 m. 600.

Locomotives. — La Section hongroise renfermait trois locomotives, dont deux pour voie normale et une pour voie de 0 m. 760, construites et exposées par les Ateliers des Chemins de fer de l'État hongrois, à Budapest :

1° Locomotive à grande vitesse n° 701, du type Atlantic, compound à deux cylindres. Cette locomotive, qui était munie d'un tender à trois essieux, est destinée à la ligne de Budapest-Marchegg;

2° Locomotive à marchandises n° 4405, compound à quatre cylindres, du type Mallet, à deux trains articulés de deux essieux, avec tender à trois essieux. Cette locomotive est destinée à la ligne de Fiume-Cameral-Moravicza, à rampe de 25 millimètres;

3° Locomotive-tender n° 2 pour voie de 0 m. 76, à quatre essieux accouplés et à simple expansion, pour la ligne de Vadja-Hunyad-Gyalar, et destinée à des services de mines. Les deux essieux extrêmes sont convergents d'après le système Klien-Lindner.

Voitures. — Sept voitures pour voyageurs, à voie normale, étaient exposées à Vincennes dans la Section hongroise :

Chemins de fer de l'État hongrois : une voiture-buffet de 1re classe, à bogies et à intercirculation n° 100198, d'une contenance de 36 places.

Ganz et Cie, à Budapest : 1° une voiture mixte de 1re et 2e classes, à bogies et à intercirculation n° 100516, contenant 42 places, et destinée aux chemins de fer de l'État hongrois;

2° Une voiture mixte de 1re et 2e classes à intercirculation et à deux essieux ABc 3335 contenant 25 places et destinée aux chemins de fer du Sud.

Société anonyme de Construction de wagons et de machines, à Györ : une voiture mixte de 1re et 2e classes à intercirculation et à deux essieux, AB 5, de 26 places, pour le chemin de fer de Kassa-Oderberg.

Société anonyme Danubius-Schoenichen-Hartmann, à Budapest : une voiture de 3e classe

à intercirculation et à deux essieux Ch 3821, contenant 50 places et destinée aux chemins de fer de l'État hongrois.

Société anonyme des Fonderies et Constructions mécaniques Schlick, à Budapest : une voiture mixte de 1re et 2e classes à intercirculation et à deux essieux ABh 928, contenant 9 places de 1re classe et 16 de 2e classe, et destinée aux chemins de fer de l'État hongrois.

Société de construction de wagons et de machines J. Weitzer, à Arad : une voiture mixte de 1re et 2e classes à bogies et à intercirculation ABh 100528, du même type que la voiture n° 100516 exposée par Ganz et Cie.

En outre des sept voitures précédentes, la maison Ganz et Cie, à Budapest, exposait un fourgon à bagages, à deux essieux, D. 758, construit pour le chemin de fer de Kassa-Oderberg, et les chemins de fer de l'État hongrois exposaient un wagon-chaudière à 2 essieux, n° 93835, destiné au chauffage des trains par la vapeur.

Matériel à marchandises. — Les quatre wagons suivants étaient exposés :

MM. Ganz et Cie, à Budapest : un wagon à houille à deux essieux, Kn 141495, chargeant 15 tonnes, pour les chemins de fer de l'État hongrois.

Société anonyme de construction de wagons et de machines, à Györ : 1° un wagon-citerne à trois essieux, d'une capacité de 13m3080, construit pour la Société anonyme de distillerie et de raffinerie à Györ et destiné au transport de l'alcool ou de la mélasse; 2° un wagon réfrigérant à deux essieux Gb 40061, destiné au transport de la bière et chargeant 12 tonnes 6.

Société anonyme des fonderies et constructions mécaniques Schlick, à Budapest : un wagon couvert à deux essieux Gn 111882, de 15 tonnes de chargement et destiné aux chemins de fer de l'État hongrois.

Matériel pour tramways. — La Société anonyme du chemin de fer électrique souterrain François-Joseph, à Budapest, exposait une installation représentant une coupe du tunnel, un spécimen de la voie et une voiture automotrice électrique à bogies et à châssis surbaissé, permettant de réduire au minimum la hauteur sous voûte du tunnel.

La Société anonyme de construction de wagons et de machines, à Györ, exposait une voiture automotrice électrique de 30 places, à deux essieux, destinée aux tramways de Temesvar.

La maison Ganz et Cie, de Budapest, exposait : 1° un truck à deux essieux équipé électriquement, pour voiture de tramway automotrice; 2° un groupe de roues en fonte durcie en coquille, suivant les procédés Griffin, pour tramways électriques, chemins de fer de mines, vicinaux, etc.

Objets divers. — M. J. de Szasz, à Györ. — *Raccord pour tube d'alimentation d'eau entre la locomotive et le tender.* — Ce raccord entièrement métallique est constitué par un tube portant à chacune de ses extrémités une grosse garniture en chanvre qui peut se déplacer, en suivant tous les mouvements de la machine, à l'intérieur d'un boisseau en bronze terminant chacune des extrémités des conduites de la locomotive et du tender.

Ce raccord est peu coûteux d'établissement et d'entretien, il évite tout entraînement de garniture dans les injecteurs.

Pour ces motifs il a été adopté par les Directions des chemins de fer de l'État de Hongrie et d'Autriche.

M. Banovits Czajetan. — *Éclairage électrique des voitures.* — Dans le système combiné par M. Banovits Gzajetan, ingénieur en chef du matériel et de la traction des chemins de fer de l'État hongrois, le courant est fourni par deux batteries d'accumulateurs : le réseau de distribution comprend trois fils dont deux positifs et un négatif commun. Chaque compartiment est éclairé par deux lampes à incandescence, qui, au moyen d'un commutateur, peuvent être mises en dérivation dans chacun des deux circuits ou en série dans l'un ou l'autre circuit. Les lanternes du water-closet et du couloir ne contiennent qu'une seule lampe pouvant, à l'aide d'un commutateur, être intercalée dans un des deux circuits. L'interrupteur principal est placé sur le fil négatif commun.

Les lanternes sont disposées de manière à pouvoir, en cas de besoin, être munies d'appareils d'éclairage à l'huile.

M. J. Kroluper, à Budapest. — *Appareils d'éclairage.* — Cette exposition comprenait des lanternes diverses et des disques pour chemins de fer et tramways.

M. P. Varga, à Budapest. — *Boîte à huile.* — M. Varga exposait une boîte à huile système *Katona-Varga* et une boîte du même type coupée longitudinalement.

Ces boîtes sont en deux pièces. Un manchon en acier dur sur lequel se fait le roulement est rapporté à chaud sur la fusée dont le champignon est remplacé par deu portées à 45° ménagées sur les bouts du manchon et embrassées par le coussinet en bronze.

Le graissage se fait au moyen d'un simple tampon recevant l'huile d'un réservoir séparé. Ce réservoir, maintenu sur l'avant de la boîte au moyen d'un étrier à vis, est muni à sa partie inférieure d'un bouchon percé d'un petit orifice par lequel l'huile s'écoule automatiquement au fur et à mesure de sa consommation.

J. Korbuly, à Arad. — *Boîtes de graissage.* — Cette exposition comprenait des boîtes à huile, système Korbuly, pour chemins de fer à voie normale, tramways électriques et chemins de fer industriels, des garnitures étanches en cuir embouti pour les boîtes ci-dessus, une presse pour la fabrication des garnitures étanches et des matrices en bois pour l'emboutissage du cuir des garnitures. Ces boîtes sont fondues en une seule pièce, la fusée est entièrement entourée par une bague faisant coussinet. La boîte étant disposée de manière à être remplie complètement d'huile, le graissage se fait par entraînement

IMPRIMERIE NATIONALE.

et par quelques trous avec pattes d'araignée percés dans la bague. Pour les chemins de fer à voie large, le jeu entre l'alésage du coussinet et la fusée doit être de 0,5 millimètre; il est de 0,3 millimètre pour les chemins de fer à voie étroite. L'étanchéité de la boîte est assurée par un diaphragme en cuir embouti, monté à la naissance de la fusée ou sur un collet tourné entre la portée de calage et la fusée. Ce diaphragme est pressé contre l'essieu par un collier à ressort avec vis de serrage et contre la boîte par une bride métallique. Pour les chemins de fer de second ordre, ces boîtes peuvent être construites sans coussinets, avec portées tournées directement sur la boîte elle-même.

Petit matériel d'exploitation. — M. A. Ruscher. — *Sabot-frein pour manœuvres de wagons.* — Le sabot Ruscher est constitué par un long patin en fer U se plaçant sur les rails et dont une des extrémités, terminée en talon, porte rivé un sabot en acier moulé.

Cet appareil est muni d'un anneau de manœuvre, son poids est de 7 kilogrammes environ.

Fairbanks. — *Bascule.* — La bascule Fairbanks, destinée à peser les wagons, est montée sur des bielles doubles disposées de manière à réduire le plus possible la profondeur de la fosse et à donner des pesées exactes malgré les différences d'horizontalité du plateau.

Le fléau gradué est muni de poids mobiles. Cette bascule peut supporter le passage de locomotives et de trains marchant à une allure modérée.

ITALIE.

Superficie	286,682 kilomètres carrés.
Population	32,449,000 habitants (en 1901).

Historique et développement des chemins de fer italiens. — La plus ancienne ligne italienne, celle de Naples à Portici, d'une longueur de 7 kil. 847, fut mise en exploitation en octobre 1839. L'année suivante, la ligne de Milan à Monza (12 kil.) fut ouverte.

De la carte chronologique de M. Ettore Billi, nous avons extrait les chiffres suivants qui indiquent la longueur successive des voies ferrées construites, au 31 décembre des années visées, sur le territoire qui constitue actuellement le royaume d'Italie :

	kilomètres.		kilomètres.
1840	20 82	1880	8,550 64
1850	606 17	1890	12,849 47
1860	2,134 30	1897	15,318 96
1870	5,992 53		

De ces 15,318 kil. 96, il s'en trouve 12,853 kil. 46 sur le sol de l'Italie continentale, 1,439 kilomètres en Sicile et 1,026 kil. 45 en Sardaigne.

Ce réseau est exploité par 36 administrations différentes, mais 11,414 kilomètres

des lignes continentales constituent les deux grands réseaux, de longueurs peu différentes, de la Méditerranée et de l'Adriatique.

D'après l'*Archiv für Eisenbahnwesen* la longueur totale des chemins de fer italiens en exploitation à la fin des années 1898 et 1899 était respectivement de 15,715 et 15,723 kilomètres Les chiffres publiés dans les statistiques officielles nous permettent d'avoir une idée de l'augmentation du matériel roulant de l'ensemble des chemins de fer italiens pendant les trente années 1868 à 1898 :

ANNÉES.	LONGUEUR EXPLOITÉE AU 31 DÉCEMBRE[1].	NOMBRE		
		DES LOCOMOTIVES.	DES VOITURES.	DES WAGONS ET FOURGONS.
	kilomètres.			
1868	5,700	950	3,517	13,692
1878	8,300	1,410	4,383	23,600
1888	12,351	2,461	7,201	41,497
1893	14,499	2,865	8,516	47,300
1898	15,715	2,966	8,578	51,711

[1] Les longueurs exploitées sont supérieures aux longueurs construites par suite des lignes exploitées en commun par plusieurs administrations.

Les chiffres de 1898 correspondent à 0.188 locomotive, 0.545 voiture à voyageurs, 3.290 wagons à marchandises et fourgons par kilomètre exploité.

Nous croyons devoir encore indiquer les effectifs de la Méditerranée et de l'Adriatique, les deux réseaux les plus importants de l'Italie, pour les années 1893 et 1898 :

ANNÉES.	LONGUEUR EXPLOITÉE AU 31 DÉCEMBRE.	EFFECTIF TOTAL			
		DES LOCOMOTIVES.	DES VOITURES.	DES FOURGONS À BAGAGES.	DES WAGONS À MARCHANDISES.
	kilomètres.				
1893	10,402	2,388	6,953	1,600	41,217
1898	11,617	2,545	7,103	1,648	46,201

Les chiffres de 1898 correspondent à 0.219 locomotive, 0.611 voiture à voyageurs, 0.141 fourgon à bagages, 3.977 wagons à marchandises par kilomètre exploité.

Situation de l'industrie de la construction. — Les ateliers de construction ont presque tous pris part à l'Exposition de 1900. Dans les documents distribués par eux, ils ont tenu à montrer les notables accroissements et perfectionnements apportés dans ces dernières années à leur outillage, d'où résulte une importante augmentation de leur capacité de production.

La société italienne Ernesto Breda, dont les ateliers, situés à Milan, datent de 1846,

ne s'occupe que depuis 1886 de la construction des locomotives et, néanmoins, a exposé à Vincennes sa 468e locomotive.

Actuellement, ces ateliers occupent environ 2,000 ouvriers; contenant plus de 700 machines-outils, ils absorbent une force motrice de près de 800 chevaux, fournie par la Société Edison, de Milan, sous forme de courant triphasé à 3,000 volts, dont l'énergie est distribuée dans les ateliers après réduction de la tension à 160 volts.

La production annuelle peut atteindre 150 locomotives. Fait à noter : cette société exporte une partie de sa production; les chemins de fer roumains lui ont commandé, de 1891 à 1900, 64 locomotives, et les chemins de fer danois 69 en 1898-1899.

La Société Gio. Ansaldo et Cº, dont les ateliers de Sampierdarena ont été créés en 1846, y construit des locomotives depuis 1883.

L'ensemble des chantiers maritimes et des usines de cette importante société occupe environ 16,000 ouvriers, dont 4,200 dans les ateliers mécaniques de Sampierdarena, qui possèdent plus de 800 machines-outils, nécessitant une puissance supérieure à 2,000 chevaux.

La division spéciale aux locomotives, bien qu'incomplètement installée en 1889, a pu, nous dit-on, livrer, en cette année, aux chemins de fer italiens 77 locomotives neuves, ou remises complètement à neuf. La puissance de production actuelle serait de 200 locomotives par an. Notons encore que la locomotive exposée à Vincennes portait le numéro de fabrication 366.

La Société anonyme Officine Meccaniche, formée de la fusion des établissements Gia Miani Silvestri et Cº et A. Grondona Comi et Cº, a ses ateliers de construction à Milan. Ils utilisent une force motrice de 300 chevaux et emploient 1,500 ouvriers.

La production annuelle annoncée est de 20 locomotives, 400 voitures de chemins de fer ou de tramways et de 1,000 wagons à marchandises.

La Société nationale des ateliers de Savigliano, fondée en 1880, a un personnel d'environ 1,500 hommes dans ses deux ateliers de Saviglione et de Turin. Elle peut construire annuellement de 150 à 200 voitures et de 600 à 700 wagons.

Si l'on ajoute à la production des ateliers précédents les locomotives que peut livrer la Société de Saronne, et les véhicules construits par la Société des frères Diatto, à Turin, on conclut que l'Italie est bien près de suffire à ses propres besoins, puisqu'elle semble capable de fabriquer plus de 350 locomotives, 450 voitures et 2,000 wagons par an.

Nous devons toutefois constater qu'il se trouvait dans la section italienne une voiture à voyageurs construite en Autriche et qu'une fabrique bavaroise a pu, après l'Exposition, obtenir d'un chemin de fer italien une commande de locomotives.

Voie et appareils de sécurité.

La Compagnie des Chemins de fer de la Méditerranée avait fait une importante exposition d'appareils de sécurité comprenant notamment les objets suivants :

Appareils hydrodynamiques de M. Riccardo Bianchi. — Les appareils hydrodynamiques pour la manœuvre des aiguilles et des signaux, inventés par M. Riccardo Bianchi, figuraient déjà dans la section italienne de l'Exposition de 1889. Ils ont été, depuis cette époque, appliqués à la manœuvre d'un certain nombre de grandes gares, tant en Italie qu'en France et en Russie. Les appareils installés à Vincennes ont fait connaître les perfectionnements et compléments apportés à ce système, dans ces dernières années, par les ingénieurs de la Méditerranée[1].

Principe du système. — Rappelons le principe du système : la tringle de l'aiguille à manœuvrer est reliée à un couple de deux pistons plongeurs de diamètres différents. Le cylindre du petit piston communique toujours avec une canalisation qu'un accumulateur maintient remplie de liquide sous la pression de 50 atmosphères. Dans la position normale de l'appareil, le cylindre du gros piston communique avec une conduite d'évacuation. Les deux conduites (sous pression et d'évacuation) de chaque appareil (aiguille ou signal) aboutissent à une boîte à tiroir de distribution placée dans le poste de manœuvre. Le levier actionnant la tige du tiroir de distribution est relié à une barre d'enclenchement, de telle sorte qu'il ne peut être manœuvré que si les divers appareils de voie et signaux intéressés occupent les positions convenables. Le renversement du levier déplace le tiroir; celui-ci fait alors communiquer le grand cylindre avec la canalisation sous pression. Le déplacement de l'ensemble des deux pistons, et, par suite, de la tringle de commande de l'aiguille, se produit et amène cette dernière dans sa position renversée. La manœuvre inverse du levier produit l'évacuation hors du grand cylindre de l'eau comprimée et par suite ramène l'aiguille dans sa position normale.

Contrôleur impératif. — Dans les appareils exposés à Vincennes, le levier de manœuvre d'aiguille était muni du dispositif dit *contrôleur impératif,* ayant pour but de ne permettre d'achever complètement le mouvement d'oscillation du levier de manœuvre et par suite de permettre aux déclenchements voulus de se produire que lorsque le mouvement de l'aiguille s'est complètement effectué. A cet effet, le levier de manœuvre est arrêté avant de parvenir aux deux extrémités de sa course par des taquets reliés à l'ensemble de deux pistons plongeurs inégaux. L'aiguille est reliée par une tringle à un tiroir qui, dans la position normale de l'aiguille, fait communiquer le cylindre du gros piston avec la conduite d'évacuation, le cylindre du petit piston communiquant toujours

[1] Les chemins de fer de Paris-Orléans ont appliqué le système hydrodynamique Bianchi-Servettaz à la commande des appareils de six gares importantes, en réalisant l'enclenchement de 221 leviers, à savoir : Paris-Austerlitz (50 leviers); Paris-Luxembourg (18 leviers); Paris-Quai d'Orsay (70 leviers); Bourges (22 leviers); Nantes (35 leviers); Bordeaux (26 leviers). Cette même compagnie a le projet d'appliquer ce même système aux gares de Tours (120 leviers) et de Saint-Pierre-des-Corps (un poste de 48 leviers et un poste de 74 leviers).

avec la conduite sous pression. Dans sa position renversée, l'aiguille amène le tiroir dans la position faisant communiquer cette dernière conduite avec le gros cylindre, ce qui libère le levier.

Manœuvre de deux changements de voie. — Dans l'appareil exposé, un même levier servait à la manœuvre de deux changements de voie; pour cela le distributeur du contrôleur impératif du premier changement de voie envoie le liquide sous pression dans le grand cylindre du couple des pistons moteurs du deuxième changement de voie, et c'est alors le contrôleur impératif de ce dernier qui agit sur le levier de l'appareil du poste.

Verrouillage par un arbre à cames, avec pédale d'immobilisation et contrôle produit par le verrou. — L'un des changements exposés était muni d'un système de verrouillage consistant en un arbre placé transversalement à la voie, en dessous et près des extrémités des aiguilles. Cet arbre porte deux cames, disposées à 180 degrés l'une de l'autre, calant contre les rails contre-aiguilles l'une ou l'autre des aiguilles. Un dispositif de bielles et de leviers permet de commander par le même couple de pistons différentiels moteurs les aiguilles et l'arbre de verrouillage. La manœuvre se produit en trois périodes : déverrouillage de l'une des aiguilles, déplacement de celle-ci, puis, enfin, verrouillage de l'autre aiguille.

L'arbre à cames est relié par une bielle à une pédale; celle-ci est soulevée au commencement de la rotation de l'arbre. Le déverrouillage ne peut donc pas être obtenu si un véhicule se trouve sur la pédale. Le tiroir du contrôleur impératif est commandé par l'arbre à cames.

Contrôle provenant directement des aiguilles. — Lorsque le changement de voie n'est muni ni de pédale, ni de cames de calage, la bielle de commande du tiroir du contrôleur impératif est attachée à une tringle portée par les deux aiguilles au moyen de tétons pénétrant dans ces aiguilles de quelques millimètres seulement.

Si l'appareil d'aiguillage est endommagé, l'écartement des aiguilles varie, la tringle tombe, le contrôleur n'agit plus, ce dont l'aiguilleur a connaissance par le fonctionnement défectueux du levier de manœuvre.

Pédale de stationnement. — Lorsque le signal ou les signaux permettant l'accès d'une voie ne doivent pouvoir être mis à voie libre que si aucun véhicule ne stationne sur cette voie, on installe sur celle-ci la pédale dite « de stationnement ». Lorsqu'un véhicule stationne sur la voie, la pédale, ne pouvant pas être soulevée, arrête le mouvement du couple des pistons différentiels qui commande le ou les tiroirs envoyant le liquide sous pression sur le ou les pistons de manœuvre des signaux.

Manœuvre des signaux. — Plusieurs dispositions de manœuvre des signaux étaient exposées.

Dans l'une, le bras sémaphorique est tenu à l'arrêt par un contrepoids et mis à voie libre par une tringle reliée à un piston plongeur, lorsque le liquide sous pression est envoyé sur ce piston. Dans une autre, la tête du piston plongeur porte une poulie formant moufle, sur laquelle s'enroule le fil commandant le mouvement du signal. Lorsque

la pression ne s'exerce plus sur le piston, ou si le fil vient à casser, un contrepoids referme le signal.

Appareil de block Cardani-Servettaz. — Le block-system imaginé par MM. Cardani et Servettaz comprend : des appareils ou boîtes de correspondance, composés de commutateurs actionnés les uns à la main, les autres par les armatures d'électro-aimants à courants continus; des appareils hydro-électriques, dits *de consentement,* montés sur les tiges de manœuvre des ailes des sémaphores; et des pédales hydro-électriques produisant l'abaissement des ailes des sémaphores et le bloquage des appareils de correspondance.

Le poste d'entrée du block ne comprend qu'un seul appareil ou boîte de correspondance.

Les postes intermédiaires comprennent :

Deux boîtes de correspondance reliées l'une à une boîte du poste d'aval, l'autre à une boîte du poste d'amont;

Deux sémaphores d'arrêt absolu, l'un pour la voie montante, l'autre pour la voie descendante, précédés chacun à 500 mètres par un sémaphore avancé ou d'avertissement; ces quatre sémaphores sont manœuvrés du poste par des leviers et des fils et sont munis chacun d'un appareil dit *de consentement;*

Deux pédales hydro-électriques de bloquage et de débloquage dites *doubles,* placées chacune à 200 mètres au delà du sémaphore d'arrêt absolu correspondant. Chaque pédale sert au bloquage et à la mise à l'arrêt des sémaphores du poste qui vient d'être franchi, et au débloquage de la boîte de correspondance de ce même poste.

Chaque boîte de correspondance présente :

1° Une aiguille supérieure indiquant par trois positions différentes si le poste d'aval a accordé « voie libre »; si ce consentement est supprimé par le passage du train sur la pédale hydro-électrique du poste, ou, enfin, si le consentement est supprimé par le poste d'aval;

2° Une aiguille inférieure qui dans une position fait connaître que la voie est dégagée et dans l'autre que « voie libre » a été accordée au poste d'amont;

3° Une fenêtre derrière laquelle apparaît un voyant vert si la section est libre, et rouge si elle est occupée;

4° Une sonnerie trembleuse qui fonctionne dans les deux postes, lors de chaque opération effectuée par les sémaphoristes.

Avant de décrire le mode de fonctionnement de ce système de block, nous devons indiquer le principe de la construction de l'appareil de consentement et de la pédale.

La tige qui soulève l'aile du sémaphore pour la mettre à voie libre est en deux parties : l'inférieure se termine par un cylindre et la supérieure par un piston mobile dans ce cylindre.

L'aile ne peut être soulevée que si le cylindre est maintenu rempli de liquide par

C. F. E.

suite de la fermeture d'une soupape. Celle-ci, normalement ouverte par un poids, est fermée par un électro-aimant lorsque cet organe est traversé par un courant continu. Pour que ce courant continu passe dans les bobines de l'électro-aimant, il faut simultanément que le consentement soit donné par le poste d'aval et que le renversement du levier de manœuvre du sémaphore à ouvrir ait été effectué par le poste d'amont.

La pédale hydro-électrique se compose d'un balancier dont le plus petit bras est relié au patin d'un rail, tandis que l'autre bras est articulé à la tige d'un piston à soupape.

Les flexions successives du rail, au passage des roues, font que ce piston refoule du liquide sous un autre piston de diamètre notablement plus petit, qui, en s'élevant dans son cylindre, ferme des contacts électriques.

Après le passage du train, ce petit piston retombe, le liquide passant à travers un trou percé dans son disque, et, par suite, les courants électriques sont rompus.

Le fonctionnement du block-system Cardani-Servettaz est le suivant :

Les signaux sont normalement à l'arrêt.

Un train s'avançant vers le poste C, celui-ci demande la voie libre au poste D, par une sonnerie. Si la section CD n'est pas occupée, le sémaphoriste D accorde la voie libre en tournant à droite, de 120 degrés, la manivelle de sa boîte de correspondance; ce mouvement établit un courant qui fait connaître au poste C que la voie libre lui est accordée, par le déplacement vers la droite de l'aiguille supérieure de sa boîte de correspondance. Ce courant ferme dans la boîte C un commutateur intercalé dans le circuit qui passe dans les électro-aimants des appareils de consentement des sémaphores de C. Enfin, ce même courant déplace l'aiguille inférieure de la boîte de correspondance du poste D. La voie libre lui étant accordée, le sémaphoriste C renverse les leviers commandant ses sémaphores, manœuvre qui ferme les circuits des électro-aimants des appareils de consentement et soulève les ailes des sémaphores. Le train peut donc franchir le poste C et, lorsqu'il le fait, avis en est donné par C à D au moyen d'une sonnerie, comme pour la demande de voie libre. Le sémaphoriste D doit alors bloquer de suite son appareil (en tournant encore de 120 degrés vers la droite la manivelle de sa boîte), ce qui a pour effet de supprimer le consentement dans la boîte du poste C.

Lorsque le train passe sur la pédale placée en aval du poste C, cet appareil ferme deux courants qui ont pour effet :

De mettre à l'arrêt les sémaphores du poste C, si l'agent ne l'a pas encore fait;

De débloquer la boîte de correspondance du poste C par rapport au poste B.

Par suite de ce débloquage automatique, le sémaphoriste C, après avoir ramené la manivelle de sa boîte de la position *bloquée* à la position *normale*, peut accorder de nouveau *voie libre* au poste B, si celui-ci le lui demande. Si le sémaphoriste D, après avoir donné *voie libre* à C, ne tourne pas la manivelle de sa boîte dans la position *bloquée*, cette manivelle est immobilisée par suite du passage du train sur la pédale du poste C. Le sémaphoriste D ne peut pas donner une seconde permission au poste C ni mettre ses sémaphores à voie libre, son levier de manœuvre étant relié mécaniquement à la manivelle qui est immobilisée.

Pour déverrouiller sa manivelle, le sémaphoriste D devra rompre un plomb immobilisant une tige, ce qui laissera une trace de sa faute.

D'après cette description on voit que, dans ce système, l'automaticité intervient pour la couverture du train, après son entrée dans une section, et pour le débloquage de la section qui vient d'être franchie.

Cette automaticité produit ses effets alors même que le train est incomplet par suite d'une rupture d'attelage, il faut donc que l'agent regarde bien le train qui franchit son poste. L'intervention du sémaphoriste est nécessaire pour l'ouverture des signaux. Notons encore que ce système emploie uniquement des courants continus.

L'exposition des Chemins de fer de la Méditerranée comprenait, en outre, divers autres appareils, parmi lesquels nous citerons :

Les *signaux à deux et à trois feux pour tunnels*, dans lesquels des verres colorés se déplacent devant le feu fixe de la lampe.

Le déplacement des verres est obtenu par un système d'arbres et de leviers commandé à distance par fil;

Un *appareil détonant d'alarme*, qui consiste en une sorte de gros barillet de revolver contenant 48 cartouches. Tout véhicule passant sur deux pédales successives produit l'éclatement simultané de deux cartouches, si le signal, que précède cet appareil détonant, est à l'arrêt. Lorsqu'il est utilisé sur les lignes à voie unique, le mécanisme est disposé de telle sorte que l'explosion ne se produit que pour un seul sens de marche;

Un *signal avertisseur acoustique* pour tunnels, prévenant le mécanicien qu'il va rencontrer un signal à une distance déterminée et remplaçant un signal d'avertissement optique qui ne serait pas visible en raison de la fumée qui remplit ordinairement les tunnels.

Ce signal sonore est constitué par une plaque d'acier suspendue à un support et sur laquelle vient frapper un marteau.

Celui-ci est actionné par le passage d'un train sur une pédale reliée au marteau par un mouvement de sonnette.

Pédale à un seul sens. — La pédale actionnant le signal avertisseur mérite d'être spécialement signalée parce que, quoique d'une disposition simple, elle réalise le problème de n'agir sur le mouvement de sonnette (lequel peut être utilisé pour commander un appareil quelconque) que lorsqu'elle est actionnée par un train marchant dans un seul sens.

La pédale est découpée en dos d'âne et est soutenue par un contrepoids agissant en son milieu. Son soulèvement est limité par des broches qui se déplacent dans des coulisses verticales. L'une de ses extrémités est reliée au mouvement de sonnette et cette extrémité ne s'abaisse pas, et par suite le mouvement n'est pas actionné, si le train aborde la pédale par l'autre extrémité.

Cette pédale à un seul sens est évidemment susceptible de recevoir d'autres applications.

Locomotives. — La Section italienne de la Classe 32 renfermait trois locomotives :

Société italienne des Chemins de fer méridionaux exploitant le réseau de l'Adriatique : une locomotive GV n° 3701, compound à quatre cylindres à trois essieux accouplés et bogie, avec tender-citerne monté sur trois essieux.

MM. Gio Ansaldo et Cie, à Sampierdarena : une locomotive GV n° 3151, *Alessandro Volta*, compound à deux cylindres, à trois essieux accouplés et bogie, munie d'un tender à trois essieux et destinée aux chemins de fer de la Méditerranée.

MM. Ernesto Breda et Cie, à Milan : une locomotive GV n° 1889, à simple expansion, à deux essieux accouplés et bogie, destinée aux chemins de fer de l'Adriatique; cette locomotive était munie d'un tender à trois essieux.

Voitures. — L'Officine meccaniche de Milan (Miani Silvestri et Cie et Grondona Comi et Cie) exposait une voiture-restaurant avec salon-fumoir n° 759 DE, destinée aux services italiens de la Compagnie internationale des wagons-lits.

Deux trains complets à intercirculation étaient exposés par les constructeurs italiens.

Le premier de ces trains, destiné aux chemins de fer de la Méditerranée, comprenait :

1° Une voiture de 1re classe de 24 places AAA 2501 ;

2° Une voiture mixte de 1re et 2e classes AAAB 4701, offrant un total de 36 places ;

3° Une voiture de 2e classe de 42 places BBB 8651 ;

4° Un fourgon postal DDDU 19601.

Ces voitures sont à intercirculation avec couloir latéral et montées sur des bogies à deux essieux.

La voiture de 1re classe, celle de 2e classe et le fourgon ont été construits et exposés par la Societa Nazionale delle Officine di Savigliano.

La voiture mixte a été construite et exposée par la Société anonyme Fratelli Diatto, à Turin.

Le second train, destiné au réseau de l'Adriatique, comprenait :

1° Une voiture de 1re classe AIc 8015, de 39 places;

2° Une voiture mixte de 1re et 2e classes ABI 6245, de 43 places ;

3° Une voiture de 2e classe BIc 6415, de 56 places.

La voiture de 1re et celle de 2e classe ont été construites et exposées par l'Officine meccaniche de Milan; la voiture mixte par la Société anonyme Fratelli Diatto, à Turin.

Ces voitures sont du type à intercirculation avec couloir latéral et montées sur des bogies à deux essieux.

De plus, la Société anonyme Fratelli Diatto exposait une voiture de 3e classe à deux essieux, à intercirculation et à couloir central, de 52 places, destinée aux chemins de fer de l'Adriatique.

Wagons. — Deux wagons étaient exposés à Vincennes :

Société italienne des Chemins de fer méridionaux (réseau de l'Adriatique) : un wagon à deux essieux Fca 14074, pour transport de denrées alimentaires.

Officine meccaniche de Milan : un wagon sur bogies pour transport de céréales en vrac, pouvant recevoir 30 tonnes de chargement.

Matériel pour tramways. — L'Officine meccaniche de Milan exposait une voiture automotrice électrique d'été, à deux essieux, destinée aux tramways de Milan à Monza.

Traction électrique. — Les Chemins de fer de l'Adriatique exposaient deux voitures automotrices électriques :

L'une, de 1re classe, n° 301, construite par MM. Ganz et Cie à Budapest, était destinée à la ligne de Lecco-Colico-Sondrio-Chiavenna. Cette voiture, montée sur des bogies à deux essieux, était équipée électriquement pour la traction par courants triphasés à haute tension.

Dans le pavillon spécial des Chemins de fer de l'Adriatique, était exposé un modèle représentant l'installation de l'usine hydro-électrique desservant la ligne ci-dessus.

La seconde voiture, construite par MM. Fratelli Diatto à Turin, était destinée à la ligne de Bologne à San Felice. Cette voiture de 1re et 2e classes, à couloir central, était montée sur deux bogies à deux essieux et équipée pour la traction par accumulateurs.

Les Chemins de fer de la Méditerranée exposaient également deux voitures automotrices électriques. Ces voitures sont à couloir central et montées sur bogies à deux essieux.

L'une, de 1re et 3e classes AAAC n° 5111, est destinée à la ligne de Milan-Gallarate-Varese et équipée électriquement pour la traction par courant continu avec prise par un troisième rail latéral.

L'autre, de 1re et 2e classes AAAB n° 5102, est destinée à la ligne de Milan-Monza et équipée pour la traction par accumulateurs.

JAPON.

Superficie..... 416,921 kilomètres carrés
(dont 352,000 environ pour les 4 îles principales).
Population..... 44,219,000 habitants
(dont 4,146 étrangers) au 31 décembre 1895.

La première ligne japonaise a été ouverte en 1872 (de Tokio à Yokohama). Une autre section de 32 kilomètres était terminée en 1874; une nouvelle ligne de 42 kilomètres en 1876; en 1880, 90 kilomètres étaient en exploitation. En 1883, le Gouvernement, qui avait construit toutes les lignes précédentes, terminait une section de 32 kilomètres de longueur. Cette même année, la Compagnie du Nippon Tetsudo, créée en 1881, et ainsi la plus ancienne Compagnie privée japonaise, ouvrait sa première section de 61 kilomètres de longueur.

A la fin de 1886, 602 kilomètres étaient en exploitation. La construction s'était donc faite à raison de 40 kilomètres en moyenne par an. Pendant les dix années suivantes, la construction se poursuivit bien plus activement, car elle fut près de dix fois plus importante.

En 1892 fut établie une ligne à crémaillère, du système Abt (entre Yokogawa et Karuisawa, pour franchir la passe d'Usui).

En 1897, l'État et les compagnies privées construisirent 751 kilomètres, chiffre le plus élevé qui ait été atteint.

Le tableau ci-après montre le développement successif du réseau japonais :

ANNÉES. (31 DÉCEMBRE.)	LONGUEUR DES LIGNES EXPLOITÉES par L'ÉTAT.	LONGUEUR DES LIGNES EXPLOITÉES par DES COMPAGNIES PRIVÉES.	TOTAUX.
	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.
1872	29	//	29
1875	61	//	61
1880	122	//	122
1885	269	217	486
1890	885	1,365	2,250
1895	954	2,691	3,645
1898	(1) 1,213	4,164	(1) 5,377
1899	(1-2) 1,236	(2) 4,267	(2) 5,503

(1) Non compris le chemin de fer de Formose, d'une longueur d'environ 77 kilomètres, devenu la propriété de l'État japonais depuis l'annexion de l'île. — (2) Ces chiffres, les derniers publiés, donnent la situation au 31 mars 1900.

Les quarante-deux compagnies privées, qui existent actuellement, ont ensemble environ 800 kilomètres de lignes en construction, et les Japonais, tenant compte des lignes concédées, espèrent que leur réseau atteindra bientôt une longueur totale de 7,700 kilomètres. La voie est en général à l'écartement de 1 m. 067.

Au 31 mars 1899, l'effectif total du matériel des lignes, tant privées que de l'État, était de 1,103 locomotives, 3,229 voitures, 582 fourgons et bureaux-ambulants pour la poste, 14,088 wagons à marchandises.

L'augmentation du matériel, pendant l'année 1898-1899, a été de 209 locomotives, 911 voitures ou fourgons et 2,663 wagons.

Les voitures, de trois classes, offraient en tout 146,139 places, et la capacité totale des wagons s'élevait à 94,350 tonnes.

La circulation sur les lignes japonaises est très active ; les parcours kilométriques des voyageurs et des tonnes de marchandises, pendant l'année 1898, ont été les suivants :

	VOYAGEURS.	MARCHANDISES.
	kilomètres.	kilomètres.
Lignes de l'État	1,003,147,596	160,096,664
Lignes privées	1,311,084,538	413,776,715
TOTAUX	2,314,232,134	573,873,379

Pendant l'exercice financier 31 mars 1898-1899, les parcours se sont élevés à 40,100,142 kilomètres pour les locomotives, 36,978,012 kilomètres pour les trains, 499,964,504 kilomètres pour les voitures et wagons, en augmentation de 21, 22 et 20 p. 100 sur les parcours correspondants pendant l'exercice 1897-1898.

Le nombre des voyageurs transportés a été de 99,061,889, et celui des tonnes de 9,952,000.

Les quantités de combustibles consommés ont été de 446,827 tonnes métriques de houille et de 14,339 koku, soit de 2,586,756 litres, de pétrole[1].

De cet important trafic, résulte un bénéfice net élevé ; dans ces dernières années, il a été de 10 p. 100 pour les lignes de l'État et de 3,6 à 14 p. 100 pour les lignes privées.

Le matériel des chemins de fer japonais a été pour la plus grande partie importé, provenant surtout de l'Angleterre ou des États-Unis; en 1899, il n'avait encore été construit au Japon que 15 locomotives.

Voici les valeurs des importations des années 1898 et 1899 :

		1898.	1899.
Locomotives et matériel roulant		13,869,450 francs.	6,762,375 francs.
Matériel divers		1,596,750	148,525
Rails.	Valeur	6,566,375	1,135,275
	Poids	71,520 tonnes.	7,532 tonnes.

Les Japonais ont fondé dans ces dernières années d'importants ateliers de construction de matériel roulant : une société au capital de 2,500,000 francs a ouvert à Osaka, en juillet 1899, une grande usine. A Tokio, il n'y a pas moins de trois maisons de construction et les ateliers que les chemins de fer possèdent à Shimbashi et à Koke fabriquent des véhicules.

D'après les chiffres des importations, il nous semble que ces divers ateliers sont encore loin de répondre aux besoins.

Tramways. — La ville de Tokio (1,250,000 habitants) est desservie par une ligne, à double voie, d'environ 12 kilom. 800 de longueur, sur laquelle circulent de petites voitures, sans impériale, à plates-formes aux extrémités, montées sur deux essieux et attelées de deux chevaux. L'emploi de la traction électrique est à l'état de projet.

Des tramways électriques, à prise de courant par fil aérien, existent à Kyoto et à Nagoya. Ils ont peu de longueur.

Nous n'avons trouvé dans l'exposition du Japon aucun autre objet ressortissant à la Classe 32 qu'une notice sur les chemins de fer de ce pays, notice d'où nous avons extrait quelques-uns des renseignements qui précèdent.

[1] Ce pétrole provient des gisements de la province d'Etchigo, dont l'extraction annuelle atteint maintenant près de 400,000 mètres cubes.

MEXIQUE.

Superficie..... 1,987,324 kilomètres carrés.
Population..... 12 millions d'habitants en 1899.

Bien que 5 kilomètres de voies ferrées aient été, dit-on, construits au Mexique dès 1849, la première ligne, celle de Mexico à la Véra-Cruz, avec embranchement d'Apizaco à Puebla, de 470 kilomètres de longueur, ne fut inaugurée que le 1er janvier 1873.

Depuis lors, le réseau mexicain s'est rapidement développé, comme l'indiquent les chiffres ci-après :

	kilomètres.		kilomètres.
1875	578	1890	9,718
1880	1,229	1895	11,890
1885	6,160	1900	15,000

Quand les lignes actuellement en construction ou concédées seront terminées, le réseau atteindra 16,000 kilomètres.

Les chemins de fer mexicains sont exploités par un grand nombre de sociétés; au 1er janvier 1898 on en comptait 64. A la même date, le réseau se répartissait comme suit au point de vue de la nature des lignes :

	kilomètres.
Chemins de fer fédéraux	11,450
Tramways	427
Voies suburbaines	410
Voies particulières	87
Voies portatives Decauville	250
LONGUEUR TOTALE au 1er janvier 1898	12,624

Voici quelques renseignements sur la longueur en exploitation, l'écartement des rails, leur poids, l'effectif du matériel roulant des principales sociétés exploitantes :

DÉSIGNATION.	LONGUEUR en EXPLOITATION.	ÉCARTEMENT DES RAILS.	POIDS DES RAILS.	NOMBRE des LOCOMOTIVES.	NOMBRE des VOITURES ET FOURGONS.	NOMBRE des WAGONS.
	kilomètres.	millimètres.	kilogrammes.			
Chemin de fer interocéanique (situation au 30 juin 1898)	893	914	20.00 (acier).	63	80	950
Central mexicain (situation au 31 décembre 1898)	3,235	1,435	27.80 et 32.70 (acier).	206	122	4,031
Chemin de fer international mexicain (situation au 31 décembre 1898)	1,176	1,435	24.80 26.80 30.75 37.20	46	27	1,462

DÉSIGNATION.	LONGUEUR en EXPLOITATION.	ÉCARTEMENT DES RAILS.	POIDS DES RAILS.	NOMBRE des LOCOMOTIVES.	NOMBRE des VOITURES ET FOURGONS.	NOMBRE des WAGONS.
	kilomètres.	millimètres.	kilogrammes.			
Mexican National Railroad C^e^. — Chemin de fer national mexicain (situation au 31 décembre 1898)....	1,979	914	19.80 et 22.30 (fer et acier).	126	124	2,578
Chemin de fer du Nord Mexicain (situation au 30 juin 1898).....	131	1,435	27.80 et 29.80 (acier).	7	2	209
Chemin de fer du Sud Mexicain (situation au 31 mars 1898).....	367	914	24.80 (acier).	17	24	283
Mexican Railway C^e^ (situation au 31 décembre 1898).....	516	1,435	30.75 40.70 (acier).	65	102	818
TOTAUX.....	7,936			530	481	10,331
MOYENNES par kilomètre.....				0.071	0.065	1.397

(1) Sur une longueur de 462 kilomètres (en juin 1900) les rails étaient posés sur des traverses en acier.

Malheureusement pour l'industrie des chemins de fer, les gisements houillers sont fort peu étendus au Mexique, et leur exploitation est jusqu'à ce jour très peu active.

Quelques gisements de pétrole sont reconnus, mais leur production est encore très faible. En raison de la configuration de son sol, le Mexique possède de nombreux cours d'eau et d'importantes chutes, ce qui lui permettra sans doute de faire des applications de la traction électrique.

Le matériel est importé d'Angleterre et surtout des États-Unis.

Quelques-uns des chemins de fer mexicains avaient envoyé à l'Exposition des photographies, des documents statistiques et des règlements.

NORVÈGE.

Superficie..... 322,304 kilomètres carrés (dont 12,830 en lacs).

Population..... 2,231,000 habitants (en 1900).

Le premier chemin de fer construit en Norvège fut celui de Christiania à Eidsvoli, d'une longueur de 68 kilomètres et à voie de 1 m. 435. Il fut mis en service en 1854. A partir de 1862, d'autres lignes furent ouvertes à la circulation; c'est pendant la période 1870-1880 que la construction fut le plus activement poussée.

La progression du réseau norvégien et l'intensité de son trafic sont indiquées par les chiffres suivants :

EXERCICES.	LONGUEUR DU RÉSEAU EN KILOMÈTRES.	VOYAGEURS KILOMÉTRIQUES PAR KILOMÈTRE.	TONNES KILOMÉTRIQUES PAR KILOMÈTRE.
1870	359	36,000	54,000
1889-1890	1,562	68,000	56,000
1898-1899	1,981	111,000	75,000

La construction par l'État d'environ 600 nouveaux kilomètres de lignes secondaires est actuellement votée. On prévoit en outre le développement des lignes tertiaires, établies par des particuliers, et la construction par l'État d'une ligne allant au Nord jusqu'à Bodee et d'une ligne centrale de Gjoevik à Trondhjem assurant des communications plus rationnelles entre les parties principales du pays. Ces lignes à prévoir, jointes aux lignes votées, porteraient à environ 4,000 kilomètres la longueur totale du réseau norvégien.

Les lignes actuelles ont été construites, les unes à voie de 1 m. 435, les autres à voie de 1 m. 067. Il semble actuellement admis par les ingénieurs norvégiens qu'en adoptant le même mode de construction économique, il n'y a pas une différence de dépenses de plus de 6 p. 100 entre les deux écartements; aussi, la voie de 1 m. 435 est de plus en plus adoptée et l'on prévoit la transformation des lignes de 1 m. 067 qui constituent des tronçons des principales artères du réseau.

Ce pays n'a pas de houille, sauf dans l'île écartée d'Andoe; il doit donc importer le combustible consommé par les chemins de fer. La structure topographique, présentant des plateaux montagneux et des vallons en échelons, fournit à la Norvège une force motrice naturelle considérable par ses nombreuses et abondantes chutes d'eau. Certaines chutes sont déjà utilisées pour fournir la puissance de traction aux tramways de quelques villes.

Bien que possédant deux fabriques de wagons, la Norvège est obligée d'importer, en outre des locomotives, une partie du matériel roulant dont elle a besoin.

La Norvège ne figurait à la Classe 32 que par un seul exposant : Styrelsens Maskinafdeling Statsbanerne, à Christiania, qui présentait deux modèles de wagons chasse-neige, montés sur deux essieux et destinés à être poussés par les locomotives; l'un de ces deux wagons chasse-neige, du système Isaachsen, était muni d'ailes mobiles.

En outre, les Chemins de fer de l'État exposaient le dessin d'ensemble d'une voiture à voyageurs, à compartiments séparés, montée sur deux essieux, et le dessin de la pose normale des voies.

Une locomotive destinée à la ligne de Christiania à Gjövik, du chemin de fer de l'État, faisait partie de l'exposition des Usines saxonnes de Chemnitz, dans la section allemande. Nous donnons, dans la deuxième partie de ce rapport, la description sommaire et les dimensions principales de cette locomotive compound, à trois essieux couplés et bogie, et de son tender à bogies.

PAYS-BAS.

Superficie..... 32,538 kilomètres carrés.
Population..... 5,103,000 habitants (en 1899).

Bien que la ligne d'Amsterdam à Harlem ait été livrée à l'exploitation en septembre 1839, le réseau hollandais s'est développé lentement. En 1854, 84 kilomètres seulement étaient exploités.

Les chiffres qui suivent indiquent la longueur progressive des lignes construites sur le territoire des Pays-Bas (situation au 31 décembre) :

	kilomètres.		kilomètres.
1866	790	1894	2,667
1876	1,631	1896	2,694
1881	1,950	1899	2,743 [1]
1886	2,408		

Le tableau suivant donne, pour l'exercice 1897, la longueur moyenne du réseau exploité et les effectifs du matériel pour les quatre Sociétés hollandaises les plus importantes :

DÉSIGNATION.	LONGUEUR MOYENNE [1] EXPLOITÉE.	EFFECTIF DU MATÉRIEL.		
		LOCOMOTIVES.	VOITURES.	WAGONS.
	kilomètres.			
Compagnie pour l'exploitation des Chemins de fer néerlandais	1,582	452	1,170	8,375
Chemin de fer hollandais	1,275	322	858	4,164
Chemin de fer Central néerlandais	102	29	50	185
Chemin de fer du Brabant septentrional allemand	101	18	44	262
TOTAUX	3,060	821	2,122	12,826
MOYENNES par kilomètre exploité		0.264	0.693	4.19

[1] Ces chiffres comprennent les sections exploitées en communauté et hors du territoire hollandais.

La Hollande semble en état de produire elle-même le matériel dont les chemins de fer ont besoin, elle possède en effet :

Les importants établissements A.-F. SMULDERS, à Rotterdam, qui exposaient une chaudière de locomotive à marchandises, à foyer Belpaire, type de l'État belge, bien exécutée.

[1] D'après l'*Archiv für Eisenbahnwesen*.

IMPRIMERIE NATIONALE.

La maison Pletterij et Cie, à la Haye, fondée en 1813 et occupant 800 ouvriers, qui avait envoyé une voiture mixte de 1re et 2e classes, pour voie de 1 m. 067, présentant à chaque extrémité une plate-forme seulement couverte par la toiture et donnant accès à l'intérieur. (La destination de cette voiture ne nous a pas été indiquée.)

Puis un autre important établissement de construction, que signalait le catalogue spécial des Pays-Bas : la Fabrique de Machines et de Matériel de chemins de fer, à Amsterdam, qui occupe environ 1,600 ouvriers, et a fourni des locomotives et des wagons aux chemins de fer des Pays-Bas et du Transvaal.

La Section hollandaise de la Classe 32 comprenait seulement les objets exposés par les maisons Smulders et Pletterij que nous venons de citer et les appareils de sécurité de la Société du chemin de fer hollandais qui méritaient un examen attentif.

Voie et appareils de sécurité.

Appareils de signaux et de block-system [1]. — Société du Chemin de fer hollandais : — *Généralités.* — La Compagnie du chemin de fer hollandais avait groupé au Champ de Mars, sous la forme d'une installation convenant à une gare de moyenne importance, les divers appareils de sécurité dont elle fait usage, montrant en même temps les dispositions adoptées par elle pour leur commande, leur enclenchement réciproque et leur appropriation pour l'exploitation par cantonnement.

Forme et manœuvre des signaux. — Pour tous ses signaux (signaux à distance, avancés, de block et de sortie ou *starting*), cette Compagnie fait usage de mâts sémaphoriques.

L'aile étendue horizontalement et la nuit un feu rouge commandent l'arrêt; l'aile relevée à 45 degrés et la nuit un feu vert pour les signaux à distance, et un feu blanc pour les signaux de block et de sortie, indiquent que la voie est libre.

Les signaux sont normalement à l'arrêt; ils sont ouverts lorsqu'un train est annoncé. Les signaux à distance sont placés en règle générale à 450 mètres du point dangereux. Si cette distance ne peut pas être observée, le signal à distance, placé à 150 mètres du point dangereux, est précédé à 450 mètres d'un signal dit *avancé.* Celui-ci montre son aile abaissée à 45 degrés et la nuit un feu vert lorsque le signal à distance est à l'arrêt, et son aile relevée à 45 degrés et la nuit un feu blanc lorsque la voie est libre.

L'aile du signal à distance est terminée par un épanouissement arrondi; l'aile du signal avancé est coupée carrément.

Le signal avancé est commandé par la même transmission que le signal à distance qu'il double.

Les signaux sémaphoriques, lorsqu'ils sont isolés, sont portés par des poteaux cylin-

[1] La *Revue générale des Chemins de fer,* dans son numéro d'avril 1901, a publié des descriptions et des dessins de la plupart de ces appareils.

driques en tôle. Lorsqu'ils sont groupés, ils sont disposés à côté les uns des autres, soit sur une potence, soit sur une passerelle s'il y en a plus de deux ou trois.

Commande de signaux par transmissions à deux fils. — Ces divers sémaphores sont toujours commandés du poste de manœuvre par une transmission funiculaire à double fil.

Les extrémités des deux fils de transmission viennent s'attacher à un bout de chaîne enroulé sur une poulie verticale dont l'axe est fixé au mât. Cette poulie ne commande pas directement l'aile. Elle porte un galet qui se meut dans la rainure courbe d'un levier oscillant autour d'un point fixe. A ce levier est fixée la tringle qui commande l'aile. La rotation de la poulie, pour une oscillation complète de l'aile, est de 180 degrés. Comme la rainure est en partie concentrique à la poulie, le galet commence sa course sans soulever l'aile, qui reste ainsi calée à l'arrêt pendant une fraction de la course de la poulie. Celle-ci porte un contrepoids convenablement placé, dont l'action, en cas de rupture de l'un ou de l'autre des deux fils, a pour effet, en se combinant avec l'effort de traction du fil non rompu, de faire sortir le galet de la rainure de la coulisse, cette rainure n'étant pas fermée. L'aile rendue libre par cette sortie du galet se met à l'arrêt sous l'action de son propre poids.

Le feu de la lanterne n'est découvert que si elle est convenablement montée sur le mât. Pour cela, la lanterne porte un écran métallique qui n'est soulevé que par la rencontre d'un arrêt porté par le mât.

Répétiteur électrique. — Un répétiteur électrique, placé dans le poste, fait connaître à l'agent quelle est exactement la position de l'aile.

Ce répétiteur est formé de quatre bobines d'électro-aimant disposées en croix ainsi : $\begin{matrix} A & C \\ \times & \\ D & B \end{matrix}$ Le courant continu venant d'une pile se bifurque pour passer d'une part dans les deux bobines A et B, et d'autre part dans les bobines C et D. Deux fils distincts partent des bobines B et D et aboutissent aux deux ressorts de contact d'un commutateur commandé directement par l'aile du sémaphore. Ce commutateur consiste en un cylindre métallique, toujours relié à la terre, qui a une partie isolante d'une forme telle que, l'aile étant horizontale, le courant passe par AB, et le voyant montre un signal à l'arrêt; l'aile étant relevée, le courant passe par CD et le voyant montre un signal à voie libre. Lorsque l'aile occupe toute position intermédiaire ou s'il se produit un dérangement, il ne passe aucun courant, la communication à la terre étant coupée, et le voyant est rouge. Ces indications sont obtenues par l'attraction exercée par les bobines sur une armature polarisée, qui oscille de 45 degrés à droite ou à gauche et entraîne les voyants.

Ce système de répétiteur a l'avantage de déceler les ratés soit de mise à l'arrêt, soit d'ouverture, et de plus les ratés de l'interruption du courant. Il a l'inconvénient d'exiger deux fils de ligne et l'emploi d'un courant constant.

Commande des aiguilles. — *Aiguille talonnable.* — Les aiguilles sont également manœuvrées par des transmissions à deux fils actionnant une chaîne qui passe sur une

poulie placée horizontalement près de l'aiguille. La tringle de celle-ci est attachée à un levier commandé par un galet dont l'axe est fixé perpendiculairement sur la poulie, qui agit comme un plateau-manivelle. Ce levier est découpé à ses extrémités suivant une courbe concentrique à l'axe de la poulie, de telle sorte que celle-ci en tournant décale d'abord l'aiguille, puis la manœuvre, enfin la cale dans la position renversée. A la tringle de l'aiguille est relié un signal de position qui ne s'adresse qu'aux agents de la gare. Dans certains cas, la disposition suivante rend l'aiguille talonnable : la poulie de manœuvre est montée folle sur la douille de son levier; elle porte un verrou, dont l'extrémité en forme de coin pénètre dans une entaille de même forme pratiquée dans le moyeu du levier. Un ressort pousse constamment le verrou dans l'encoche. Lorsque l'aiguille est déplacée sous l'action du boudin d'un bandage de roue, la traction du fil, surmontant la résistance du verrou, le fait monter sur le plan incliné de l'encoche et la poulie tourne. L'aiguilleur est averti de ce fait par le déplacement d'un petit voyant porté par la poulie et par l'impossibilité d'agir sur la manette du verrou qui fixe le levier de manœuvre dans ses positions d'ouverture ou de fermeture complètes de l'aiguille. Remarquons encore que, par suite de la perte de course due à la mise en tension des fils, la poulie de commande ne peut pas prendre en cas de talonnage la position correspondant à l'aiguille renversée et, par conséquent, ne peut pas libérer l'enclenchement si elle fait partie d'un groupe d'appareils enclenchés entre eux.

L'appareil est également disposé de telle sorte que l'aiguilleur ne peut pas remettre son levier au cran d'arrêt si un corps étranger empêche le contact des lames d'aiguille.

Ce type d'appareil paraît donner de la sécurité. La commande par double fil est appliquée à des aiguilles placées à une distance du poste de manœuvre atteignant 500 mètres ; toutefois, lorsque cette distance dépasse 250 à 300 mètres, la Compagnie du chemin de fer hollandais ajoute des verrous actionnés soit par les fils des signaux, soit par des leviers spéciaux.

Serrures Claus. — Pour certaines aiguilles, dont la bonne position a de l'importance et qui ne peuvent pas être comprises dans un ensemble d'enclenchement, la Compagnie du chemin de fer hollandais fait usage de la serrure *Claus*. Son fonctionnement est tout à fait analogue à celui des serrures Annett. Tant que la serrure d'un appareil est ouverte, la clef ne peut pas en être retirée. Pour avoir la clef permettant d'ouvrir une aiguille, il faut la prendre à la serrure du signal de protection et, par conséquent, fermer celui-ci.

Bloc d'arrêt manœuvré à distance. — Le Chemin de fer hollandais se sert également du double fil pour manœuvrer à distance des blocs d'arrêt. Le bloc adopté tourne autour de l'axe de la poulie horizontale qui le manœuvre. Porté par un petit galet roulant sur un coursier circulaire, il vient recouvrir une seule des files de rails et sa course est limitée par un butoir. Dans certains cas, ces blocs d'arrêt sont manœuvrés à la main; ils sont alors le plus souvent munis de serrures Claus.

Pédale électrique à trépidations. — Ayant trouvé que la pédale à mercure Siemens et Halske a peu de durée, le Chemin de fer hollandais a créé un type de pédale électrique

à trépidations consistant en un levier coudé dont la branche horizontale porte un poids et la branche verticale appuie sur des ressorts de contact.

Lorsque le levier est en repos, le courant est soit fermé, soit rompu, selon la disposition donnée aux ressorts de contact. Sous l'influence des vibrations du rail, au passage d'un véhicule, le levier sautille, ce qui ou coupe le courant ou l'établit. Cet appareil est, paraît-il, très sensible, puisqu'il fonctionne sous le choc d'un coup de pied.

Montée comme interrupteur de courant, cette pédale sert à commander un arrêt qui empêche un sémaphoriste de se bloquer avant que le train n'ait abordé un point déterminé de la voie. Cet arrêt consiste en un électro-aimant dont l'armature verrouille le levier du signal tant qu'elle est attirée.

Block-system. — Presque toutes les lignes à double voie et quelques courtes sections de voie unique sont exploitées par cantonnement, en employant uniquement des appareils de block-system Siemens et Halske à courants d'induction. En général, il est fait usage de la disposition à un seul fil. Sur quelques sections chargées, mais courtes, ont été installés des appareils quadruples signalant l'approche des trains. Dans ce système, l'appareil du poste présente, en outre de la fenêtre ordinaire, une fenêtre secondaire; le voyant qui oscille derrière cette fenêtre secondaire change de couleur dès que le sémaphore précédent est bloqué pour le train annoncé. C'est seulement après le déplacement d'un voyant que l'agent peut bloquer son propre sémaphore ; il ne lui est donc pas possible de se bloquer avant le bloquage du poste d'amont. Les signaux de block sont normalement à l'arrêt. Les trains sont annoncés de poste en poste par les sonneries des appareils de block. Sur les lignes exploitées par block-system, les signaux des gares sont reliés aux appareils du block.

Appareils de centralisation de la manœuvre des signaux et des aiguilles. — Ayant sommairement décrit les principaux appareils dont il est fait usage, il nous reste à indiquer comment ils sont groupés et enclenchés.

Les petites gares sur les lignes à voie unique ont à manœuvrer les deux aiguilles de dédoublement, les deux signaux à distance et les deux signaux de départ. Les six poulies de manœuvre des fils sont montées à côté les unes des autres sur le même arbre principal. A chaque poulie correspond, en outre du levier de manœuvre, un levier additionnel d'enclenchement qui commande par une bielle un petit arbre, parallèle à l'arbre principal. Ce petit arbre porte un crochet vis-à-vis de chacune des poulies à enclencher. Le levier additionnel porte lui-même un ergot qui normalement pénètre dans une encoche de sa poulie et, par conséquent, verrouille celle-ci. Pour manœuvrer un appareil, il faut tirer en avant le levier additionnel afin de faire sortir l'ergot et ce mouvement ne peut se produire que si les crochets commandés par ce levier peuvent pénétrer dans les encoches des poulies à enclencher et produire ainsi leur verrouillage.

La poulie est maintenue en place dans sa position renversée par la pénétration de l'ergot dans une seconde encoche.

Cet appareil est robuste et, en somme, assez simple.

La protection des gares d'une certaine importance, et qui se trouvent par suite sur

des lignes à double voie exploitées par cantonnement, est établie d'après les principes suivants :

Les signaux et les aiguilles sont manœuvrés par des postes placés vers les extrémités de la gare et dans le bâtiment même de la gare est établi un appareil central de block, au moyen duquel le chef de gare ou son représentant commande la marche des trains, leur entrée et leur sortie de la gare. A cet effet, la ligne du block-system arrive directement dans l'appareil du block central.

Dans les postes de la gare chaque levier d'aiguille est relié à une barre horizontale dont le mouvement longitudinal enclenche ou libère des broches qui pénètrent dans des encoches pratiqués sur le pourtour des poulies commandant les signaux et les aiguilles ; enfin, les poulies des signaux sont enclenchées par des appareils de block Siemens et Halske commandés eux-mêmes par des appareils correspondants placés dans le poste central.

Le levier de signal de sortie de la voie à marchandises est muni d'un appareil qui cale automatiquement ce signal lorsqu'il est mis à l'arrêt. L'agent du poste de gare ne peut plus laisser partir un second train que si le chef de gare lui en donne la permission, en débloquant le signal, ce que le chef de gare ne peut lui-même faire que si la section de block est libre. Remarquons que le signal de sortie ne se met pas lui-même automatiquement à l'arrêt, parce qu'il est admis que l'oubli consistant à laisser un signal à voie libre n'échapperait pas aux divers agents de la gare.

Les agents des postes ne peuvent pas fermer les signaux d'entrée avant que les trains n'aient franchi des pédales électriques du type ci-dessus décrit.

Le poste central comprend les appareils de block de la ligne et des appareils de même type enclenchant les leviers de signaux des postes de gare. Comme de chaque côté de la gare on ne fait entrer ou partir qu'un seul train à la fois, on a pu faire commander par un seul et même appareil de block plusieurs signaux d'entrée ou de sortie en employant des commutateurs électriques. D'autre part, tous les appareils de block, de la gare et de la ligne, sont enclenchés entre eux par un dispositif mécanique de tirettes et de barres agissant sur des commutateurs électriques, de telle sorte que le chef de gare ne peut débloquer aucun signal tant que tous les autres signaux de la gare ne sont pas convenablement disposés pour le parcours à permettre.

Par l'emploi des commutateurs électriques et du mécanisme d'enclenchement par tirettes et barres, la Compagnie du chemin de fer hollandais est parvenue à simplifier considérablement les appareils des postes centraux ; elle a indiqué comme exemple la gare d'Almelo où aboutissent d'un côté deux lignes à voie unique et de l'autre une ligne à double voie.

Il peut s'y produire vingt cas différents d'entrée ou de sortie ; en d'autres termes, le chef de gare a à commander vingt parcours différents. Ce programme est rempli avec quatre appareils de block ajoutés à ceux de cantonnement.

INDES NÉERLANDAISES.

Superficie totale..... 1,462,000 kilomètres carrés.
Population totale (environ)..... 33,000,000 (dont 60,000 Européens).

L'île de Java (superficie : 131,733 kilomètres carrés), étant l'île la plus peuplée et la plus riche, fut la première dotée d'un chemin de fer.

En 1863, la Société des chemins de fer des Indes néerlandaises obtint la concession d'une ligne, à voie de 1 m. 435, d'une longueur de 205 kilomètres.

En 1864, la même société obtint la concession de 56 kilomètres à voie de 1 m. 067, largeur exclusivement adoptée depuis cette époque aux Indes néerlandaises. Ces deux lignes furent achevées en 1873.

En 1875, le gouvernement entreprit la construction de nouvelles lignes, dont la principale doit parcourir l'île de l'Ouest à l'Est, but qui sera bientôt atteint. Tel qu'il est actuellement projeté, ce réseau d'État aura une longueur de 1,744 kilomètres.

La construction de tramways, ayant été facilitée par l'octroi de l'usage gratuit des routes, prit un tel développement que, fin 1898, douze sociétés différentes avaient en exploitation des lignes de tramways à vapeur d'une étendue totale de 1,005 kilomètres.

En 1899 eut lieu la première application à Java de la traction électrique aux tramways de Batavia.

Le premier réseau de chemin de fer de l'île de Sumatra (superficie 440,000 kilomètres carrés) fut concédé, en 1893, à une compagnie qui, fin 1898, avait 102 kilomètres en exploitation.

DÉSIGNATION. (31 décembre 1898.)	CHEMINS EXPLOITÉS PAR L'ÉTAT.	CHEMINS EXPLOITÉS PAR LES PARTICULIERS.		ENSEMBLE.
		CHEMINS DE FER.	TRAMWAYS À VAPEUR.	
Longueur exploitée (kilomètres).....	1,689	363.5	1,005 (1)	3,057.5
Nombre de locomotives.....	314	56	183	553
Nombre de voitures et fourgons....	640	196	303	1,139
Nombre de wagons divers.....	3,738	858	1,139	5,735
Voyageurs kilométriques.....	257,266,000	74,827,000	109,871,000	441,964,000
Tonnes kilométriques.....	156,018,000	50,896,000	20,601,000	227,517,000

(1) Dont 964 kilomètres à l'écartement de 1 m. 067; 125 kilomètres ont été mis en exploitation en 1899 ; la longueur des voies de tramways a donc été portée à 1,130 kilomètres.

Afin d'exploiter le riche bassin houiller de l'Ombilien, découvert en 1867, le gouvernement se décida à construire un chemin de fer amenant le charbon jusqu'à la mer. Commencée en 1887, cette ligne et un embranchement, de 210 kilomètres de longueur totale, était terminée en 1896.

En 1898, ce chemin de fer transporta déjà environ 150,000 tonnes de houille. Enfin, le gouvernement a fait construire à Atchin deux tramways à vapeur militaires, d'une longueur totale de 79 kilomètres.

Il n'a pas encore été construit de voies ferrées dans les autres îles de l'archipel Indien.

Le tableau précédent (p. 215) donne, pour l'ensemble des voies ferrées des Indes néerlandaises, les principaux chiffres statistiques se rapportant à l'année 1898.

Établissement des voies. — Les voies sont en général constituées en rails vignole d'acier, de 25 kilogr. 7 le mètre et d'une longueur de 10 m. 200; toutefois, sur certaines sections en pente et notamment dans les tunnels, pour diminuer les dépenses d'entretien, il est fait usage de rails de 40 kilogrammes. Certaines voies de tramways à vapeur sont en rails de 20 kilogrammes.

A Java, les traverses sont en bois de Djati, et, à Sumatra, où cette essence ne croît pas, les traverses sont métalliques, du système de M. l'ingénieur Post.

Sur les lignes javanaises, les pentes atteignent 33 millimètres et même 40 millimètres sur de faibles sections, mais, en général, elles ne dépassent pas 25 millimètres. Même sur les rampes de 40 millimètres, la traction se fait par simple adhérence.

Sur les lignes de tramways à vapeur de Java, les rampes ne dépassent pas 12,5 millimètres.

Le chemin de fer de la côte occidentale de Sumatra, ayant à franchir une crête escarpée, en passant par des cols aux altitudes de 793 et 1,150 mètres, présente sur un développement d'environ 36 kilomètres des rampes de 50, 67, 70 et 80 millimètres qui sont toutes franchies au moyen d'une crémaillère Riggenbach. Cette solution, en évitant de nombreux tunnels, a, paraît-il, réduit d'une vingtaine de millions la dépense évaluée à 65 millions d'un premier projet de chemin de fer à simple adhérence.

Sur les chemins de fer, le rayon des courbes ne descend pas au-dessous de 150 mètres.

Locomotives. — Sur le chemin de fer de Sumatra, il n'est fait usage que de locomotives-tenders. Celles à simple adhérence ont toutes un bissel en avant des cylindres extérieurs. La plus forte, à trois essieux couplés, a un poids total en charge de 34,6 tonnes et peut remorquer 250 tonnes, à la vitesse de 18 kilomètres, sur les sections à rampes maxima de 12 millimètres. La plus forte locomotive-tender à engrenages a deux essieux couplés et un essieu-porteur sous le foyer; elle remorque un train de 65 tonnes, à la vitesse de 12 kilomètres, sur la rampe de 70 millimètres. Son poids en charge est de 26 tonnes.

Ces locomotives brûlent du charbon des mines de l'Ombilieu.

La traction sur les chemins de fer de Java est faite par des locomotives-tenders, dont le poids en ordre de marche varie de 14,2 à 33,5 tonnes. La charge par essieu est limitée à 9,2 tonnes.

Ces machines consomment des houilles venant de Sumatra et encore de Cardiff. On commence à les chauffer au moyen des résidus de la distillation du pétrole, dont d'importants gisements sont maintenant en exploitation à Java, à Sumatra et à Bornéo.

Les locomotives-tenders des tramways sont à deux ou à trois essieux; les premières pèsent de 9 à 13 tonnes; les secondes de 18 à 20 tonnes.

Voitures et wagons. — Les voitures et wagons sont montés soit sur deux essieux, soit sur bogies à deux essieux; un certain nombre de véhicules ont leurs essieux convergents. L'écartement des essieux rigides varie de 3 mètres à 4 m. 400. Les voitures sont de deux classes, à intercirculation, munies de persiennes et de deux toitures, avec circulation d'air entre elles. Quelques-unes ont un cabinet de toilette et des sièges se transformant en couchettes-divan.

Les wagons à deux essieux sont à 8 et 10 tonnes; les wagons à bogies portent 20 tonnes. Sur le chemin de fer de Sumatra, les wagons à houille sont, les uns à déchargement latéral, d'autres à trappes de fond. Certains wagons sont entièrement métalliques. L'attelage des véhicules, à tampon et crochet, est central et automatique. Il est toutefois complété au moyen de doubles chaînes de sûreté.

Il convient d'indiquer que, si les parties métalliques des véhicules sont importées d'Europe, le façonnage et le montage des parties en bois (le plus souvent en bois de Djati) se font dans les ateliers locaux, par des menuisiers indigènes et chinois.

Le matériel des chemins de fer des Indes néerlandaises se trouvait représenté à l'Exposition par la locomotive-tender des usines de Chemnitz disposée pour brûler du pétrole, dont nous donnons la description et les dimensions principales dans la deuxième partie du présent rapport.

PORTUGAL.

Superficie	88,954 kilomètres carrés.
Population	5,050,000 habitants (en 1899).

La ligne de Lisbonne à Carregado, de 36 kilomètres de longueur, qui est la plus ancienne des lignes portugaises, a été ouverte en 1856. Le développement du réseau a suivi depuis cette époque la progression suivante :

	kilom.		kilom.
1860	137	1890	2,125
1870	714	1899	2,375
1880	1,206		

Le catalogue officiel indique comme suit la situation comparative du réseau au 31 décembre des années 1877 et 1898 :

		1877.	1898.
		kilom.	kilom.
Lignes exploitées par les Compagnies privées	à voie normale	503	1,325
	à voie étroite	28	203
	Totaux	531	1,528
Lignes exploitées par l'État		421	834
	Totaux généraux	952	2,362

Le matériel roulant nécessaire pour le trafic actuel des lignes portugaises peut être évalué à : 0.108 locomotive; 0.045 voiture à voyageurs; 1.600 wagon à marchandises, par kilomètre exploité. Jusqu'à ce jour, le matériel a été importé; mais deux ateliers viennent de s'outiller pour la construction des wagons à marchandises.

La section portugaise ne comprenait pas d'exposant appartenant à la Classe 32.

RÉPUBLIQUE SUD-AFRICAINE.

Superficie.....	308,200 kilomètres carrés.
Population (approximative).....	690,000 habitants, dont 140,000 blancs.

Au 1er janvier 1900, le réseau des chemins de fer de la République Sud-africaine comprenait 1,433 kilomètres en exploitation. Ce réseau se divise entre deux sociétés particulières :

La Compagnie des chemins de fer Néerlando-Sud-Africains a ouvert sa première ligne en 1890. Son réseau s'est développé comme suit :

	kilom.		kilom.
1891.....	69	1898.....	1,147
1893.....	341	1900.....	1,147
1895.....	494		

La Société anglaise du chemin de fer de Prétoria à Pietersbourg a ouvert sa première section en 1898; elle exploitait au 1er janvier 1899 une longueur de 222 kilomètres, et, au 1er janvier 1900, une longueur de 286 kilomètres.

La largeur de la voie de toutes les lignes est de 1 m. 067.

Sur la ligne principale de Prétoria à Lourenço-Marquez, pour franchir la chaîne de montagnes des Drakensberge, se trouve une section de 3,771 mètres, en rampe de 50 millimètres qui est exploitée par une crémaillère, au moyen de quatre locomotives-tender à engrenages, qui poussent les trains auxquels restent attelées les locomotives ordinaires. Le matériel existant au 1er janvier 1900 est le suivant :

	COMPAGNIE NÉERLANDO-SUD-AFRICAINE.	SOCIÉTÉ ANGLAISE.	TOTAUX.
Locomotives.....	230	8	238
Voitures à voyageurs.....	338	20	358
Wagons.....	5,230	122	5,352

Tout ce matériel a été importé de Hollande, d'Allemagne et d'Angleterre, dans les proportions ci-dessous.

PROVENANCES.

	HOLLANDE.	ALLEMAGNE.	ANGLETERRE.
Locomotives.....	11	212	15
Voitures.....	224	14	20
Wagons.....	5,147	66	139

La République sud-africaine a présenté à l'Exposition de 1900 : un plan en relief du Sud de l'Afrique, avec indication des lignes de chemins de fer; un album descriptif et historique des travaux de la Compagnie des chemins de fer Néerlando-Sud-Africains; des dessins représentant les types de matériel suivants : une locomotive-tender, à 3 essieux couplés et bogie à 2 essieux à l'arrière, à simple expansion, cylindres de 430 millimètres de diamètre et 630 millimètres de course; roues couplées de 1 m. 310; empattement total de 6 mètres; grille de 1 m. 445 de surface, 2 m. 008 de longueur sur 0 m. 720 de largeur; 144 tubes lisses de 40 × 45 millimètres; surface de chauffe totale de 78 m. q. 986 dont 8 m. q. 932 pour le foyer. Le timbre de la chaudière est de 11 kilogrammes. Les poids sont : à vide 34,400 kilogrammes, en service 47,280 kilogrammes; adhérent 32,880 kilogrammes. La capacité des soutes est de 6,800 kilogrammes d'eau et 3,000 kilogrammes de charbon.

Une voiture de 1re classe, à couloir latéral, divisée en cinq compartiments, dont les banquettes se transforment en lits, avec cabinet de toilette, et portée sur 2 bogies à 2 essieux écartés de 1 m. 700.

La longueur totale du châssis est de 16 m. 640; la distance d'axe en axe des pivots des bogies est de 11 m. 437.

Une voiture de 1re classe, à couloir latéral, divisée en trois compartiments, à banquettes se transformant en couchettes, avec cabinet de toilette, et montée sur deux essieux distants de 4 mètres.

Un wagon découvert (poids à vide, 4,900 kilogrammes) et un wagon couvert (poids à vide, 6,100 kilogrammes) portés sur 2 essieux et chargeant 10 tonnes.

Ce matériel est à tamponnement et attelage central.

ROUMANIE.

Superficie..... 131,353 kilomètres carrés.
Population..... 5,912,500 habitants (en 1899).

La plus ancienne ligne ferrée est celle de Czernavoda-Constantza, qui appartient aux Roumains depuis l'annexion de la Dobroudja, en 1878; les autres lignes datent de 1869; voici quelques chiffres indiquant le développement successif du réseau.

ANNÉES. (1er janvier.)	LONGUEUR DU RESEAU. LIGNES EXPLOITÉES		TOTAL.	EFFECTIF DU MATÉRIEL.		
	PAR L'ÉTAT.	par DES SOCIÉTÉS privées.		LOCOMOTIVES.	VOITURES.	WAGONS.
	kilom.	kilom.	kilom.			
1869.....	69,8	102,5	172,3	//	//	//
1879.....	175,9	1210,2	1386,1	//	//	//
1889.....	2476,4	//	2476,4	265	837	5,818
1900.....	3092,0	//	3092,0	505	1,042	10,860

La reprise par l'État des lignes privées a eu lieu en 1880 et en 1888. Sur les 3,092 kilomètres actuellement en exploitation, 32,6 kilomètres, construits en 1888-1889, sont à voie étroite, et 21,4 kilomètres, datant de 1874, sont à voie large (russe).

Ce réseau relie entre eux tous les chefs-lieux et les met en relation avec les ports du Danube et les grandes lignes européennes.

Il est aujourd'hui reconnu nécessaire de compléter ce réseau par des lignes à voies normale ou étroite, que l'État se propose de concéder à des particuliers, en favorisant la construction de ces lignes par une série d'avantages : cession gratuite du sol, s'il appartient à l'État, exemption temporaire d'impôt et de droits de douane, réduction des taxes de transport sur le réseau de l'État, etc.

La plus grande partie du matériel roulant a été construite dans des usines allemandes et autrichiennes; dans ces dernières années, quelques fournitures ont été faites par la France et l'Italie.

Tramways. — Des tramways ont été établis à Bucarest (250,000 habitants) en 1871; à la fin de l'année 1899, ils avaient une longueur de 52 kilom. 5, dont 5 exploités par traction électrique, un matériel comprenant 261 voitures à chevaux et électriques.

En 1900, on a mis en exploitation trois réseaux de tramways électriques à Jassy (66,000 habitants), Braïla et Galatz (36,000 habitants). La longueur totale de ces trois réseaux est d'environ 20 kilomètres.

La Direction générale des chemins de fer de Roumanie avait exposé un indicateur électrique du niveau de l'eau dans les réservoirs : un flotteur suit le niveau de l'eau et agit sur des commutateurs; lorsque le réservoir est plein, le flotteur envoie un courant qui actionne une sonnerie et en même temps fait apparaître un disque rouge devant la lucarne d'une boîte placée dans la chambre de la pompe à vapeur. Lorsque le réservoir est vide, un courant de sens contraire fait apparaître un voyant blanc et met en mouvement la sonnerie.

Les dispositions de détail de cet appareil ont été imaginées par M. Jean Jacovescu, chef du service de la télégraphie des chemins de fer roumains, auquel était dû un paratonnerre pour stations télégraphiques figurant également à l'Exposition.

Cette même Direction générale a publié, à propos de l'Exposition, deux intéressantes brochures ayant trait : l'une à l'emploi des résidus de pétrole comme combustible dans les locomotives, l'autre aux nouveaux ateliers pour l'entretien du matériel, actuellement en construction à Bucarest et à Jassy. Nous croyons devoir en donner une analyse succincte.

Ateliers de Bucarest et de Jassy. — Le réseau des chemins de fer roumains est divisé en cinq circonscriptions, dans chacune desquelles se trouve un atelier. Ces ateliers sont actuellement placés à Bucarest, Pascani, Galatz, Turnu-Severin et Constantza. Ensemble, ils occupent 2,000 ouvriers et sont exclusivement affectés à la réparation du

matériel de traction et de transport. Ces ateliers étant devenus insuffisants, la Direction générale décida, en 1892, de construire à Bucarest de nouveaux ateliers et de transférer ceux de Pascani à Jassy. Les travaux, commencés en 1897, seront probablement terminés en 1902. Les devis s'élèvent à 8 millions pour les ateliers de Bucarest et à 6,600,000 francs pour ceux de Jassy.

Les nouveaux ateliers de Bucarest offriront 50 places couvertes pour locomotives et 120 places couvertes pour voitures et wagons, leur personnel pourra s'élever à 1,500 ouvriers; les ateliers de Jassy auront, à couvert, 27 places pour locomotives et 120 places pour le matériel roulant; ils occuperont 1,000 ouvriers.

Avec ces nouveaux ateliers la Direction générale estime qu'elle pourra entretenir son matériel et de plus construire chaque année 10 locomotives et 200 voitures et wagons.

Les plans d'ensemble des ateliers de Bucarest et de Jassy, presque identiques, ont été établis de façon à permettre des agrandissements ultérieurs. A chaque nature de travail correspond un bâtiment spécial.

Les divers bâtiments forment quatre groupes :

1° Le groupe des ateliers des locomotives et tenders;

2° Le groupe des ateliers des voitures et wagons;

3° Le groupe des magasins, placé entre les deux précédents;

4° Le groupe des bâtiments d'administration, du service médical, du réfectoire, etc.

L'usine électrique produisant la puissance et l'éclairage nécessaires aux divers ateliers est placée à l'écart de ces groupes. Les chaudières seront aquatubulaires avec économiseurs et timbrées à 12 kilogrammes.

A Bucarest, l'usine comprendra trois machines à vapeur verticales; chacune d'elles, de 275 chevaux indiqués, actionnera un alternateur triphasé, fournissant le courant à la tension maximum de 270 volts.

Les machines-outils isolées et les appareils de levage seront actionnés par des moteurs asynchrones, démarrant bien sous charge; les arbres de transmission, donnant le mouvement par courroies à un groupe d'outils, seront commandés chacun par un moteur synchrone.

Les ateliers sont couverts de fermes en Shed, dont le vitrage regarde le Nord. Pour les ateliers de montage, les pans vitrés sont parallèles aux fosses.

Les montages et peintures sont desservis par des chariots transversaux aux voies (chariots à fosse pour les locomotives); les transports entre les divers bâtiments doivent souvent emprunter des plaques, peu de points sont uniquement abordables par aiguille; sauf cette observation, ces ateliers nous semblent devoir comprendre la plupart des dispositions, appareils et outils reconnus les meilleurs à ce jour.

Emploi des résidus de pétrole comme combustible dans les locomotives des chemins de fer roumains. — L'extraction du pétrole ayant pris un notable développe-

ment, pendant les dernières années[1], les résidus de sa distillation sont maintenant utilisés pour le chauffage des locomotives.

Quelques tentatives rudimentaires avaient été faites, en 1879, pour chauffer deux locomotives avec des résidus de pétrole extrait en Roumanie. Mais ce n'est qu'en 1887 que des essais méthodiques furent entrepris.

A cette époque, deux locomotives furent munies chacune d'un pulvérisateur Urquhart, leur foyer étant revêtu de briques réfractaires. Les résultats ayant été satisfaisants, 11 autres locomotives reçurent ce même appareil en 1888. Mais le prix de la tonne de résidus qui était de 38 francs, en 1887, s'étant élevé à 48 francs en 1890, 7 de ces 11 machines furent remises en leur état primitif; 4 locomotives seulement continuèrent à brûler exclusivement des résidus à raison de 400 tonnes par an.

A partir de 1896, le prix des résidus s'abaissa à 40 francs, puis à 36 francs. L'administration des chemins de fer roumains chercha alors à utiliser simultanément les résidus de pétrole et le lignite, dont d'importants gisements avaient été découverts en Roumanie et dont le prix était de 7 francs la tonne.

En novembre 1896, furent montés sur une locomotive deux brûleurs Holden, dès cette époque employés avec succès sur le *Great Eastern Ry*, le foyer étant simplement pourvu de la voûte en briques usuelle.

Les résultats ayant été satisfaisants, 180 locomotives furent munies des appareils Holden en 1898 et 1899; 50 locomotives actuellement en construction les recevront et 60 autres seront transformées en 1900. Il faut noter toutefois qu'à partir de la treizième locomotive les appareils Holden montés sont d'un type simplifié, étudié par les chemins de fer roumains. L'appareil simplifié consiste en trois tuyères concentriques : de l'air est aspiré par la tuyère centrale; la vapeur est injectée dans l'espace tubulaire entre les tuyères centrale et intermédiaire; et le résidu est aspiré entre les tuyères intermédiaire et extérieure.

Une petite soupape sphérique, placée à l'entrée de la tuyère centrale, empêche le refoulement du résidu vers l'extérieur.

L'inconvénient, gênant pour les agents, que présentent les appareils Urquhart et Holden par leur ronflement intense, conduisit les chemins de fer roumains à essayer sur une locomotive le système Körting. Ce système consiste à refouler le pétrole sous une pression effective de 1 à 2 kilogrammes, au moyen d'une petite pompe à vapeur Worthington, dans un ajutage à l'orifice duquel le résidu n'arrive qu'après avoir parcouru un conduit hélicoïdal de faible section. La pulvérisation est obtenue par le mouvement giratoire ainsi produit. Cet appareil fonctionne sans bruit, donne une bonne combustion, mais exige que le résidu soit parfaitement débarrassé de tout corps

[1] D'abondants gisements de pétrole s'étendent dans le terrain tertiaire, presque tout le long du versant méridional et oriental des Carpathes, depuis Romnicou-Vâltchei jusqu'à Moinestiti (Bacau).

En 1895, la production a été de 80,000 tonnes; en 1897, de 150,000 tonnes, et en 1899, de 300,000 tonnes.

La composition de ce pétrole est assez variable : sa densité est de 0,79 à 0,94. Il contient de 30 à 60 p. 100 d'huile lampante.

étranger. Malgré le tamis interposé entre la pompe et le pulvérisateur, le conduit hélicoïdal de celui-ci est parfois obstrué.

A la fin de l'année 1900, les chemins de fer roumains auront un effectif total de 303 locomotives dont :

5, pourvues de l'appareil Urquhart, ne brûleront que des résidus;

285 auront des pulvérisateurs Holden et une sera munie du système Körting; ces 286 locomotives brûleront simultanément des lignites et des résidus, les allumages se faisant avec du bois.

Nature des résidus employés. — Les résidus employés consistent dans la partie du pétrole brut restant dans les appareils de distillation portés à environ 300 degrés centigrades. D'une densité variant de 0,85 à 0,94 à + 15 degrés centigrades, ils sont très visqueux en dessous de + 5 degrés centigrades et ne deviennent bien fluides qu'au-dessus de + 30 degrés centigrades. Ils n'attaquent pas les métaux et ne s'altèrent pas à l'air.

Au point de vue de la puissance pratique de vaporisation, ces résidus vaporisent de 11 à 12 kilogrammes d'eau par kilogramme, un bon charbon de Cardiff produisant, dans les mêmes conditions, de 8 à 9 kilogrammes de vapeur.

D'après leurs essais, les chemins de fer roumains admettent qu'au point de vue de la puissance de vaporisation :

1 tonne de résidus de pétrole équivaut à 1.350 tonne ou 1.4 tonne de charbon de Cardiff;

1 tonne de lignite équivaut à 0.350 tonne de charbon de Cardiff;

1 mètre cube de bois équivaut à 0.210 tonne de charbon de Cardiff.

Avantages réalisés par l'emploi des résidus. — En dehors de la convenance d'employer un combustible extrait dans le pays, la Direction des chemins de fer roumains trouve que l'emploi des résidus présente, en outre de la possibilité de consommer des lignites roumains, de réduire la consommation du bois et de ne plus brûler de Cardiff, les avantages suivants :

a. Économie sur la dépense du combustible pouvant varier de 12 à 20 p. 100 (en 1898, les prix de la tonne en gare de Bucarest étaient de 35 francs pour les résidus et de 30 francs pour le Cardiff);

b. Maintien plus facile de la pression;

c. Réduction des dépenses d'entretien des chaudières;

d. Moindre fatigue des chauffeurs;

e. Chargement plus facile des tenders;

f. Absence d'étincelles et très peu de fumée.

La consommation de ces résidus, qui n'était que de 2.200 tonnes, en 1896, a été de 15,200 tonnes en 1899. En même temps, la consommation du lignite s'est élevée de 17,200 à 67,000 tonnes. Pour alimenter les tenders de ces résidus, des réservoirs de 100 à 200 tonnes de capacité ont été établis dans huit stations. Ces résidus sont élevés au niveau convenable pour le chargement au moyen de pompes à vapeur.

EMPIRE DE RUSSIE.

Superficie	En Europe...	5,740,000^{km2}	(y compris la Finlande mais non compris le Caucase).
	En Asie.....	16,000,000	(y compris le Caucase).
	Total....	21,740,000^{km2}	
Population	En Europe....	112,000,000^{h}	(y compris la Finlande pour 2,667,000^{h}).
	En Asie.....	23,000,000	
	Total....	135,000,000^{h}	

Historique et développement des chemins de fer russes. — C'est en septembre 1836 que fut mise en exploitation la première ligne russe, de Saint-Pétersbourg à Tsarskoe Sélo, d'une longueur de 23 kilomètres.

La ligne entière de 26 kilomètres de Saint-Pétersbourg à Pavlovsk ne fut ouverte qu'en avril 1838.

Le développement du réseau russe s'est fait en trois périodes.

Pendant la première, de 1836 à 1856, furent construites les lignes de Saint-Pétersbourg à Pavlovsk, de Varsovie à la frontière russe vers Vienne et de Saint-Pétersbourg à Moscou, d'une longueur totale de 1,044 kilomètres.

En 1856, l'empereur Alexandre II décida la construction du premier réseau des chemins de fer russes, mettant Saint-Pétersbourg et Moscou en relation avec l'Europe occidentale et la mer Noire. Dans cette seconde période, qui s'étend de 1856 à 1880, furent en outre construites les premières sections des chemins de fer au delà du Volga dans le Transcaucase et dans l'Oural.

Dans ces vingt-cinq années, furent ouverts à l'exploitation 22,301 kilomètres, dont 871 dans la Finlande.

Pendant la troisième période, de 1881 à 1900, le réseau de la Russie s'augmenta de 31,526 kilomètres (dont 1,804 en Finlande). Les lignes ouvertes pendant cette période complétèrent le réseau d'intérêt général; d'autres commencèrent les réseaux secondaire et vicinal. Quelques-unes de ces lignes se trouvent dans les régions du Caucase et de l'Oural.

Mais cette période est surtout caractérisée par la construction si remarquable des deux grandes lignes asiatiques : la ligne Transcaspienne, dite maintenant de l'Asie centrale, et la ligne Transsibérienne.

La ligne Transcaspienne, dont la première section, de la mer Caspienne à Kisil-Arvate, a été ouverte en septembre 1881, a atteint Samarkand en 1888. Les sections de Samarkand à Tachkent, Andijan et Marghelan, ont été ouvertes en 1898, et la section de Merv à Kouchka, en 1899.

La construction du grand Chemin de fer transibérien fut décidée en mars 1891, par l'empereur Alexandre III. Le 19 mai de la même année, le grand-duc héritier présidait à Vladivostok aux premiers travaux du chemin de fer de la vallée de l'Oussouri, auquel devait aboutir le Transsibérien, chemin de fer qui fut achevé jusqu'à Khabarovsk en 1897.

La portion du Transsibérien, de Tcheliabinsk jusqu'au lac Baïkal, fut construite de 1896 à 1899, et la section du lac Baïkal à Srétensk, de 1899 à 1900.

5,400 kilomètres de voies furent ainsi posés dans un espace de neuf années. Le lancement de bateaux à vapeur sur le fleuve Amour et sur le lac Baïkal réduisit, à la fin de 1900, à dix-sept jours environ, la durée du voyage de Moscou à Vladivostok.

Lorsque seront achevés le tronçon de ligne qui contourne l'extrémité sud du lac Baïkal et le chemin de fer de l'Est chinois, qu'une Compagnie russe construit en Mandchourie depuis 1897 (d'une longueur de 2,856 kilomètres), une ligne ferrée ininterrompue d'environ 8,500 kilomètres reliera Moscou à Vladivostok et à Port-Arthur, et cette distance sera franchie en neuf jours, si, comme on l'espère, la vitesse commerciale peut être de 40 kilomètres à l'heure.

Le tableau ci-après indique le développement du réseau russe, de l'origine à la fin de l'année 1900 (d'après l'*Aperçu statistique des Chemins de fer et Voies navigables de la Russie*, publié à propos de l'Exposition de 1900) :

LONGUEURS TOTALES DES LIGNES EN EXPLOITATION.

ANNÉES. (au 31 décembre.)	EN EUROPE (moins la Finlande).	EN ASIE.	TOTAL.	EN FINLANDE.	TOTAL pour L'EMPIRE.
	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.
1838	26	//	26	//	26
1850	499	//	499	//	499
1860	1,587	//	1,587	//	1,587
1870	10,885	//	10,885	478	11,333
1880	22,479	//	22,479	871	23,350
1890	28,809	1,374	30,183	1,844	32,027
1897	37,571	3,690	41,261	2,418	43,679
1898	39,708	4,544	44,252	2,485	46,737
1899 (1)	42,813	6,325	49,138	2,605	51,743
1900	45,443	7,593	53,036	2,797	55,833

(1) Il y avait en outre en exploitation provisoire à la fin de l'année 1899 :

En Russie d'Europe	1,483 kilom.
En Russie d'Asie	1,580
En Finlande	70
TOTAL	3,133

Au 1er janvier 1901, les chemins de fer de la Russie en exploitation, ou dont la

IMPRIMERIE NATIONALE.

construction est en cours ou approuvée, se répartissent comme suit entre l'État et les Compagnies privées :

DÉSIGNATION.	EN EXPLOITATION. TOTAL.	EN EXPLOITATION. À DOUBLE VOIE.	EN CONSTRUCTION ou APPROUVÉES.	TOTAUX.
	kilom.	kilom.	kilom.	kilom.
EN EUROPE.				
Chemins de fer d'intérêt général. exploités par l'État et répartis entre dix-neuf directions..	28,676	7,513	(1) 4,836	33,512
Chemins de fer d'intérêt général. exploités par huit compagnies privées.....	15,556	1,837	//	//
Chemins de fer d'intérêt local exploités par sept compagnie privées.....	1,211	//	5,997	22,764
TOTAUX.....	45,443	9,350	10,833	56,276
EN ASIE.				
Lignes exploitées par l'État et réparties entre quatre directions.....	7,593	//	//	7,593
Ligne privée de l'Est chinois.....	//	//	2,575	2,575
TOTAUX.....	7,593	//	2,575	10,168
EN FINLANDE.				
Lignes exploitées par l'État..... ...	2,633	88	298	2,931
Lignes exploitées par des Sociétés privées....	164	//	106	270
TOTAUX.....	2,797	88	404	3,201
TOTAUX généraux.....	55,833	9,438	13,812	69,645

(1) Ce chiffre comprend quelques centaines de kilomètres restant à achever en Asie.

L'exploitation par l'État a pris dans ces dernières années un développement notable, surtout par l'absorption des lignes privées. En 1889, le réseau de l'État ne se composait que de 5,740 kilomètres en Europe et 1,430 kilomètres en Asie; le complément du réseau russe, soit environ 22,000 kilomètres, se répartissait entre quarante-deux Compagnies privées.

Importance du matériel. — L'*Aperçu statistique* est le seul document dans lequel nous avons trouvé les quelques indications qui suivent sur l'importance du matériel roulant des chemins de fer russes.

Ces indications se rapportent uniquement au réseau d'intérêt général de la Russie d'Europe (la Finlande exceptée).

A la fin de l'année 1898, les chemins de fer d'intérêt général, ayant une longueur totale en exploitation de 39,708 kilomètres, possédaient 9,553 locomotives (dont 1,865

pour trains de voyageurs ou mixtes, 7,401 pour trains de marchandises et 287 pour manœuvres de gare), soit 0,24 locomotive par kilomètre exploité.

A la fin de l'année 1897, ces chemins de fer, n'ayant alors qu'une longueur de 37,571 kilomètres, possédaient :

10,315	voitures à voyageurs, soit	0.274 par kilomètre.
1,081	fourgons à bagages, soit	0.028
383	voitures-poste, soit	0.010
199	véhicules divers de grande vitesse, soit	0.005
211,883	wagons à marchandises, soit	5.639

Situation de l'industrie de la construction. — C'est vers 1870 que l'industrie de la construction du matériel de chemin de fer commença à prendre de l'importance en Russie. A cette époque, quatre usines métallurgiques entreprirent la construction des locomotives. Une crise se produisit, de 1881 à 1890, par suite de la réduction des commandes de l'État; néanmoins en 1895, lors de l'Exposition de Nijni-Novgorod, on estimait la production totale annuelle des usines russes à environ 500 locomotives et 20,000 voitures et wagons. Depuis cette époque, l'outillage a été amélioré. En outre, les ateliers de construction de locomotives de Charkoff se sont fondés en 1895, ceux d'Hartmann à Lougansk, en 1896. Pour la construction du matériel roulant, les usines importantes de la Société Phœnix, à Riga, et celles de la Société du Haut-Volga, à Twer, ont également été créées depuis 1895. Aussi, à l'heure actuelle, les huit ateliers de locomotives et les 17 fabriques de voitures et wagons peuvent livrer annuellement de 700 à 1,000 locomotives et environ 25,000 véhicules, dont 1,000 à 1,500 voitures. A cette production, vient se joindre celle non négligeable des ateliers des chemins de fer de l'État et des sociétés privées. Aussi la production totale dépasse les besoins, malgré le rapide développement du réseau russe, et ce fait a déjà produit une baisse notable des prix de vente. Il nous semble que la Russie n'aura désormais recours qu'exceptionnellement à l'industrie étrangère.

Voie. — Sur les lignes d'intérêt général, les rails sont généralement posés à l'écartement normal russe de 1 m. 523. Seule, la ligne de Varsovie à la frontière vers Vienne est posée à l'écartement normal allemand de 1 m. 435. Certaines lignes d'intérêt général, d'une longueur totale de 2,512 kilomètres, sont aux écartements de 0 m. 900 et de 1 m. 067.

Les rails des lignes d'intérêt local (dites Chemins de fer affluents) sont posés à des écartements variant de 0 m. 75 à 1 m. 067.

Les rails sont tous du profil Vignole et, depuis assez longtemps, il n'est plus fait usage que de rails en acier.

A la fin de l'année 1898, 94 p. 100 de la longueur totale des voies de circulation étaient en rails d'acier.

Sur le réseau d'intérêt général, le poids par mètre des rails varie de 29 à 38 kilo-

grammes. La longueur usuelle est encore limitée à 10 m. 668. Les éclisses cornières et en ⅃ sont adoptées pour les nouvelles voies. Le tableau ci-dessous donne les poids et dimensions principales des rails de quelques types récents :

TABLEAU DES PRINCIPALES DIMENSIONS DE TYPES RÉCENTS DE RAILS RUSSES.

DESIGNATION.	POIDS.	PATIN.			CHAMPIGNON.		INCLINAISON de LA SURFACE DE CONTACT entre les éclisses et le rail.	ÉPAISSEUR DE L'ÂME à MI-HAUTEUR.
		HAUTEUR TOTALE.	LARGEUR	ÉPAISSEUR.	HAUTEUR	LARGEUR		
	kilogr.	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.		millim.
Lignes de l'État	30,23	119.25	100	7.75	39.00	53.50	1/2.75	12.00
Lignes de l'État	32,25	119.25	100	//	39.00	54.50	1/2.75	14.00
Lignes de l'État (spécialement créé pour une section à forte pente de l'Oural)	32,25	124.00	100	//	44.15	53.50	1/2.75	12.00
Lignes du Sud-Ouest	32,92	127.00	103	8.50	36.40	58.00	1/3.00	12.00
Lignes de Moscou-Kazan	34,61	127.00	105	8.50	38.00	62.00	1/4.00	12.50
Lignes de Varsovie-Vienne	38,02	134.00	110	9.00	38.50	68.00	1/4.00	13.00
Lignes de l'Est chinois	32,25	127.00	115	8.00	35.00	60.00	(1) 1/2.74 (2) 1/5.48	12.00
Lignes de Moscou-Windau-Rybinsk (adopté depuis 1897 pour certaines lignes du Transsibérien)	32,25	122.00	108	8.00	38.96	58.00	1/2.00	12.50

(1) Au champignon. — (2) Au patin.

En raison de la très grande proportion des traverses en sapin, des selles d'appui à épaulement sont souvent interposées entre les rails et les traverses.

La fixation des rails aux traverses est faite par des crampons.

Jusqu'à ce jour il n'a été posé que de fort courtes sections de voies métalliques, à titre d'essai.

Parmi les accessoires de la voie, nous signalerons ici un dispositif contre le cheminement des rails dû à M. Loubimoff, ingénieur des voies de communication, et dont un spécimen était exposé. Il consiste en plaques de tôle, carrées, de 30 à 40 centimètres de côté, enfoncées dans le ballast perpendiculairement aux rails et au droit des joints. Chaque plaque est reliée au rail par un fer plat contre-coudé rivé d'une part à la tôle et serré d'autre part contre l'éclisse par deux des boulons de celle-ci.

Les traverses sont en chêne ou en pin. Quelquefois les traverses en chêne et presque toujours celles en pin sont injectées au chlorure de zinc.

Le chemin de fer de l'État Catherine exposait un modèle d'usine à injecter que nous décrirons brièvement.

Sur la ligne de l'État Koursk-Karkow-Sébastopol, on fait immerger pendant trois à

quatre mois les traverses en pin dans une eau salée naturelle (étang de Sivache, près des salines de Tchongar), contenant du sel marin (pour les cinq sixièmes), du sulfate de soude et du chlorure de magnésium (pour un sixième).

Des traverses immergées dans l'eau saturée de ces sels ont duré sept ans dans les voies principales, puis plus de quatre ans ensuite dans des voies de garage.

Le chemin de fer Moscou-Kazan injecte ses traverses en pin, également avec du chlorure de zinc, dans deux ateliers qui peuvent préparer 5,800 traverses par jour. Les traverses de pin ainsi injectées ont, d'après cette compagnie, une durée de huit à dix années.

Usine pour l'injection des traverses du chemin de fer Catherine. — Cette usine est établie à la station de Kaydaki, près de la ville d'Ekatérinoslaw.

Les traverses traitées dans cette usine sont toutes en bois de pin. Elles arrivent par flottage sur le Dniéper. Elles sont tout d'abord empilées en tas ajourés et sèchent ainsi à l'air pendant environ trois mois. Les traverses séchées, chargées sur des wagonnets spéciaux, sont introduites dans un cylindre en tôle et soumises à l'action de la vapeur à 1 atmosphère et demie de pression (correspondant à une température de 120 degrés) pendant une heure et demie. Le vide est ensuite produit et maintenu par une pompe à air pendant une heure et quart. Sous l'action du vide le cylindre se remplit alors d'une dissolution chaude de chlorure de zinc à 50 degrés Baumé. Une pompe de refoulement porte la pression à 6 atmosphères; cette pression est maintenue pendant au moins une demi-heure. En raison du temps pris par les diverses manipulations, chargement et déchargement des cylindres, manœuvres des robinets, etc., une opération demande 4 heures 35 minutes.

Chaque cylindre contenant 200 traverses, l'usine, possédant trois cylindres, peut injecter 3,000 traverses par journée de travail de vingt-quatre heures. De 1885 à fin 1898, cette usine a injecté 3,638,000 traverses et plus de 200.000 grandes pièces équarries pour aiguillages et ponts. Le personnel se compose de 26 hommes.

Le prix de revient de l'injection d'une traverse est le suivant :

Matières et main-d'œuvre	0 fr. 5192
Amortissement de l'usine compté à 6 p. 0/0	0 fr. 0406
TOTAL	0 fr. 5598

La durée d'une traverse injectée est estimée être de huit ans dans les voies principales et de dix ans dans les voies secondaires, c'est-à-dire atteindre le double de la durée des traverses de pin non injectées.

Le chemin de fer Catherine, qui a dans ses voies principales 1,100,000 traverses et 160.000 autres dans ses voies secondaires, estime que cette injection lui procure une économie annuelle de 100,000 roubles environ.

Ajoutons que les faibles durées ci-dessus indiquées proviennent principalement de l'usure mécanique des traverses sous le patin des rails.

Mesures de préservation contre la neige. — Les ingénieurs russes ont à défendre leurs chemins de fer contre les inondations, les tourbillons de sable des steppes et les amoncellements de neige.

La défense de la voie et des travaux d'art contre les inondations concerne une autre classe. En ce qui touche les mouvements du sable, au Champ de Mars étaient exposés des échantillons des plantes et des arbustes servant à fixer le sable et des photographies des plantations. Dans la même section, se trouvaient deux modèles en relief montrant à divers moments des dépôts de neige les moyens employés pour protéger les voies sur les lignes de l'État du Sud-Ouest et de Sizran-Viasma.

Les dispositions prises contre les interruptions de la circulation par la neige peuvent se résumer comme suit :

Les chemins de fer russes emploient des chasse-neiges de plusieurs types; ils ont tous la forme d'un soc de charrue, le plus souvent à deux versants symétriques, mais, dans quelques modèles, à un seul versant, pouvant être tourné à droite ou à gauche, de façon à toujours rejeter la neige en dehors de la plate-forme, sur les lignes à double voie. De petits chasse-neiges sont poussés à bras d'homme, de plus grands sont tirés par des chevaux. Des appareils moyens sont fixés sur la traverse d'avant des locomotives et des grands sont portés soit sur un, soit sur deux essieux; ces derniers appareils poussés par une ou plusieurs locomotives permettent de franchir des amoncellements ayant jusqu'à 4 mètres environ de hauteur.

En raison de la fréquence des tempêtes qui déplacent la neige et l'accumulent derrière tout obstacle, on a reconnu la nécessité d'enlever à la pelle, par un pénible travail manuel, les crêtes que forme le passage des chasse-neiges. Aussi ceux-ci et même l'appareil rotatif américain (le Rotary) sont-ils reconnus tout à fait insuffisants pour assurer la continuité de la circulation des trains, et l'on a été conduit à l'emploi de paraneiges mobiles ou fixes, ces derniers formés soit de palissades, soit de plantations.

Dans les régions où ces amoncellements se produisent irrégulièrement, en des points variables, on fait usage de paraneiges mobiles. Ceux-ci consistent en panneaux en planches de 2 m. 13 de largeur et de 1 m. 42 ou 2 m. 13 de hauteur. Ces panneaux sont dressés contre des pieux à une dizaine de mètres de la voie; ils sont déplacés lorsqu'ils sont aux trois quarts recouverts de neige, tout d'abord en les écartant du chemin de fer et ensuite en les établissant sur l'amoncellement même de neige. Ces déplacements ont parfois lieu plus de cinq fois dans le cours d'un hiver. Ils arrivent à produire une crête parallèle à la voie, qui protège bien celle-ci.

Les petits panneaux reviennent à environ 0 fr. 87 pièce et les grands à 1 fr. 37. Ils durent de cinq à huit ans. Le réseau du Sud-Ouest, qui exploite environ 3.900 kilomètres, en possède 800,000.

Lorsque les amoncellements se produisent constamment aux mêmes points, on a recours à des installations fixes qui sont selon l'importance des bourrasques :

1° Des palissades en vieilles traverses, enfoncées d'environ 0 m. 65 dans le sol et espacées de 45 millimètres les unes des autres;

2° Des palissades en planches de 4 à 5 mètres de hauteur, formées de planches clouées, à des intervalles d'environ 9 centimètres les unes des autres, à des poteaux distants de 2 à 3 mètres et convenablement arc-boutés par des contre-fiches;

3° Des plantations d'arbres. Pour que ces plantations soient efficaces, il faut qu'elles se composent d'au moins 10 rangées d'arbres. Une disposition recommandée consiste en trois bandes d'arbres composées chacune d'au moins cinq rangées. Ces plantations remplacent peu à peu les paraneiges mobiles et les palissades.

On compte actuellement sur le réseau du Sud-Ouest 6 kilomètres 5 de palissades en planches, 192 kilomètres de palissades en vieilles traverses et 853 kilomètres de plantations.

Il a été reconnu que ces mesures préventives sont inutiles lorsque la voie est parallèle aux vents régnants amenant les bourrasques de neige et lorsque la voie est établie sur un remblai dépassant 1 mètre.

Signaux. — Dans sa notice spéciale le chemin de fer de Moscou-Kazan dit protéger l'entrée de ses stations soit par un disque, soit par un sémaphore, placé à une distance de 20 à 300 mètres de la première aiguille; à 600 mètres en avant de ce signal est installé, comme signal d'avertissement, un disque vert immobile éclairé pendant la nuit. Comme en France, la couleur rouge et le feu rouge ordonnent l'arrêt, la couleur verte et le feu vert le ralentissement. Dans certaines gares importantes, il est fait usage de signaux spéciaux de départ. D'autres signaux indiquent la position des aiguilles.

Dans quelques gares importantes les leviers de manœuvre des aiguilles et des signaux sont groupés et enclenchés, soit suivant le système Saxby et Farmer avec transmissions rigides, soit suivant le système Bussing, avec transmissions par fils. Les trains sont protégés, sur les lignes à double voie, par des appareils de block Siemens et Halske et sur les lignes à voie unique par l'emploi des bâtons électriques Webb et Thomson.

L'administration des chemins de fer de l'Empire a, dans ces dernières années, autorisé l'application sur les lignes de l'État de divers systèmes de block et d'appareils d'enclenchement et de centralisation. Nous indiquons ci-après le principe du fonctionnement des systèmes et appareils exposés dans la section russe : blocks Zeest et Cail, appareils de centralisation et d'enclenchement Wourtzel et Gordéiénko.

M. Zeest. — *Block-system pour voie unique*, dit *Électro-Block-Staff*. — Cet appareil est appliqué sur la ligne de l'État de la Baltique et de Pskow-Riga. L'inventeur a voulu combiner un système dans lequel le bâton-pilote d'une section et les signaux (qui ont la forme de sémaphores et sont normalement fermés) sont enclenchés entre eux par un appareil de block. Il s'est donné le programme suivant :

1° Deux trains ne peuvent pas se trouver simultanément dans une même section AB;

2° Un train ne peut pas être expédié par le poste A sans l'autorisation du poste B vers lequel il doit se diriger;

3° Le poste B, après avoir autorisé le départ d'un train qui se dirige vers lui, ne peut plus mettre à voie libre son propre sémaphore et par suite ne peut plus permettre le départ d'un train de sens contraire, c'est-à-dire se dirigeant vers A;

4° Le consentement donné par le poste B permet à l'agent du poste A :

a. De mettre à voie libre son sémaphore (qui joue le rôle d'un signal de départ ou starting-signal) et

b. De retirer de la boîte de son appareil le bâton-pilote affecté à la section AB;

5° Le signal A étant à voie libre et le bâton retiré de la boîte, l'appareil de A envoie automatiquement un courant d'induction vers B. Ce courant a pour effet d'enclencher les sémaphores-signaux de départ de A et de B et de faire apparaître les disques rouges dans les indicateurs des appareils de A et de B. Le poste B ne peut plus mettre son signal de départ à voie libre ni libérer celui de A avant d'avoir reçu le bâton-pilote et l'avoir placé dans son appareil.

Le fonctionnement s'opère comme suit :

Un train devant partir du poste A vers le poste B, A demande à B, au moyen d'une sonnerie, l'autorisation d'envoyer le train;

B répond par une sonnerie, puis envoie un courant qui permet à l'agent de A de mettre à voie libre le signal de départ, de retirer le bâton et de le remettre au conducteur du train.

L'agent de A met ensuite son signal de départ à l'arrêt.

A l'arrivée du train en B, l'agent de ce poste place le bâton dans son appareil, prévient le poste A de l'arrivée et peut ensuite, soit demander à envoyer un train vers A, soit autoriser le départ d'un nouveau train de A vers B.

M. Casimir Cail. — 1° *Block électrique.* — Le système de block électrique, de M. Casimir Cail, chef du service télégraphique du chemin de fer de l'État Koursk-Kharkoff-Sébastopol, peut être employé sur les lignes à double voie, mais il a été combiné surtout pour être appliqué aux voies uniques.

M. Cail ne se contente pas de signaux rouges commandant l'arrêt, il emploie en outre des signaux indiquant positivement pour quel sens de marche la voie est libre. Il a choisi la couleur blanche ou le feu blanc pour donner l'indication de voie libre aux trains pairs, par exemple, et la couleur bleue pour donner la même indication aux trains impairs; puis il a pris des dispositions telles que les signaux placés aux deux extrémités d'une même section ne peuvent pas montrer l'un la couleur blanche, l'autre la bleue.

Chaque signal est formé d'un tambour métallique de 0 m. 8 à 1 mètre de diamètre, monté à quelques mètres du sol, dont la face, qui se présente aux trains, est percée de deux ouvertures circulaires, de 30 centimètres environ de diamètre. Devant ces ouvertures un mécanisme commandé électriquement peut amener soit un verre blanc,

soit un verre bleu, soit un verre rouge. A chaque poste et pour chaque direction sont établis :

1° Un manipulateur dont la boîte est percée d'une ouverture derrière laquelle vient se présenter un voyant soit bleu, soit rouge, soit blanc;

2° Un appareil enregistreur, analogue à un Morse, sur la bande de papier duquel s'enregistrent toutes les manœuvres faites par la poste. Cette bande se déroule constamment sous l'action d'un mouvement d'horlogerie.

En position normale, la couleur rouge apparaît derrière les ouvertures des tambours-signaux et des manipulateurs.

Lorsque l'agent du poste A veut envoyer un train impair vers le poste B, il en avertit téléphoniquement celui-ci, puis, au moyen d'une clef il amène un voyant rouge derrière l'ouverture de son manipulateur; cette manœuvre envoie un courant dans l'appareil enregistreur et dans le signal. Un trait bleu s'inscrit sur la bande de papier, indiquant à quelle heure le poste A a demandé la voie à B. L'agent de B fait alors également apparaître le voyant bleu de son appareil; cette manœuvre a pour effet de faire apparaître les verres bleus dans les deux tambours-signaux, et elle est inscrite sur l'enregistreur de B.

Si l'agent de B se trompait et tournait au blanc le voyant de son manipulateur, les signaux resteraient au rouge.

Pour que les agents puissent changer la position de leurs manipulateurs, il faut que le train ait franchi une pédale pneumo-électrique (décrite ci-après), établie en un point convenable près du poste B. Le passage du train sur cette pédale produit l'envoi d'un courant qui ramène au rouge, c'est-à-dire à la position normale, les signaux et les manipulateurs.

Nous pouvons reprocher à ce système la complication amenée par l'introduction d'une indication positive de voie libre, indication dont l'inutilité est bien établie par la pratique des chemins de fer anglais et français, l'emploi de la couleur bleue qui n'a pas de portée et une disposition de signaux ayant peu de visibilité pendant le jour.

2° *Pédale pneumo-électrique.* — M. Casimir Cail ayant constaté des cas de rupture de pédale Siemens à mercure, et les inconvénients de la congélation de ce métal pendant les hivers rigoureux de la Russie, a imaginé une pédale à air ainsi disposée :

Une chambre, plate et élastique, remplie d'air est placée entre le rail et une plaque métallique, qui, calée sur le ballast, reste à peu près immobile. Au passage des trains, la flexion du rail produit la compression de l'air, qui, passant dans une petite chambre, soulève de quelques millimètres une membrane à laquelle est fixé un contact glissant, en platine, et isolé, qui ferme le circuit tant que le rail reste fléchi. Lorsque le rail se redresse, toutes les parties reprennent leurs positions primitives.

M. L. Vourtzel. — *Appareils de centralisation et de manœuvre des aiguilles.* — Le système de M. Vourtzel, ingénieur, membre de la Direction du chemin de fer de la Vistule, en service dans quelques gares du réseau de l'État, a pour objet de ne

permettre les manœuvres des signaux et des aiguilles, dont les leviers sont répartis entre plusieurs postes, qu'après intervention et autorisation du chef de gare (ou de son représentant), qui coordonne ainsi les mouvements de trains se produisant dans sa gare, ou tout au moins ceux qui intéressent les voies principales; ce système a en outre pour résultat d'enclencher entre eux les signaux et les aiguilles et de s'opposer ainsi à des mouvements de trains qui seraient dangereux.

Le système Vourtzel comprend :

Un appareil central placé dans le bâtiment de la gare;

Des appareils dans les cabines ou postes des aiguilleurs;

Des canalisations ou circuits électriques reliant ces appareils commandant les uns les blocs des leviers des signaux, et les autres les blocs des «manivelles de parcours».

Ces blocs sont du genre Siemens et Halske.

L'appareil central et les appareils des postes comprennent un certain nombre de manivelles, que par abréviation nous désignerons «manivelles de parcours», pouvant chacune occuper deux positions, à droite ou à gauche de leur position de repos, ou normale.

Chaque position (à droite ou à gauche) correspond à un parcours déterminé à travers les aiguilles et voies de la gare. Les appareils comprennent donc un nombre de manivelles égal à la moitié du nombre des parcours possibles.

Pour chaque position, et par suite pour chaque parcours, est établi un circuit électrique distinct qui, partant de l'appareil central, passe successivement par toutes les cabines 1, 2, 3, etc... Dans l'état normal, ce circuit est interrompu tant dans chaque cabine qu'au poste central. Chaque circuit a pour but de déverrouiller les signaux, normalement à l'arrêt, correspondant à son parcours.

Lorsque l'on tourne la manivelle 3, par exemple, dans la position 5, correspondant au parcours 5, on enclenche simultanément toutes les manivelles du poste central correspondant à tous les autres parcours discordants et la manivelle 3 est elle-même verrouillée par un bloc électrique qui se trouve alors mis en communication avec le circuit correspondant au parcours 5.

L'agent du poste central peut au moyen d'un commutateur mettre hors du circuit 5 le bloc de sa manivelle et envoyer dans ce circuit, à l'aide de l'appareil d'induction dont il dispose, une série de courants alternatifs qui auront pour effet de débloquer les signaux intéressant le parcours à ouvrir. De l'appareil central, également pour chaque parcours, part un autre circuit électrique, dit de débloquage, toujours relié aux blocs commandant les «manivelles de parcours» des postes de gare, mais qui est interrompu, ou coupé, au poste central, tant que la manivelle de parcours de ce poste n'a pas été ramenée dans sa position normale.

L'appareil de chacun des postes de la gare comprend les leviers de manœuvre des signaux et des aiguilles, des manivelles de parcours analogues à celles de l'appareil central et correspondant à chacun des parcours contrôlés par le poste, et un appareil d'induction.

Ces manivelles sont enclenchées avec les leviers de manœuvre des aiguilles, de telle sorte qu'une manivelle ne peut pas être amenée dans la position correspondant à la libération de son parcours tant que les aiguilles ne sont pas faites et calées convenablement pour ce parcours. La manœuvre d'une manivelle détermine son propre verrouillage et l'enclenchement des leviers des aiguilles, met, s'il y a lieu, le circuit, qui était coupé jusqu'alors à ce poste, en communication avec la portion de circuit allant au poste suivant, et ferme le circuit sur les blocs des signaux intéressés. D'après ce que nous avons dit précédemment, l'agent du poste central voulant autoriser le parcours 5 ne pourra débloquer les signaux correspondants qu'après avoir amené sa manivelle de parcours 3 dans la position 5, et que lorsque les agents des postes de gare auront eux-mêmes amené leurs manivelles dans la position correspondant à ce parcours 5, ce qu'ils n'auront pu faire que si les aiguilles sont convenablement disposées.

D'autre part les agents des postes ne peuvent envoyer par le circuit de parcours une série de courants alternatifs débloquant la manivelle de parcours du poste central qu'après avoir refermé les signaux, l'ouverture de ceux-ci ayant eu pour effet de couper le circuit de parcours.

Les manœuvres nécessaires pour permettre à un train de suivre le parcours 5 sont en résumé les suivantes :

L'agent du poste central donne, par le téléphone, l'ordre aux agents des postes intéressés d'ouvrir le parcours 5, puis, lui-même, il place la manivelle voulue, le n° 3 dans notre exemple, dans la position inclinée 5, puis attend une dizaine de secondes. Pendant ce temps les agents des postes disposent convenablement les leviers des aiguilles et placent les manivelles commandant le parcours 5 dans la position inclinée. L'agent du poste central au moyen des commutateurs et de l'inducteur de son appareil débloque les signaux du parcours. Les agents des postes peuvent alors ouvrir les signaux; après le passage du train ils les referment. Cette fermeture leur permet de débloquer la manivelle 3 de l'appareil central.

Le train étant garé ou parti, l'agent du poste central ramène la manivelle 3 dans la position normale, ou de repos, et débloque les manivelles des postes, ce qu'il peut alors faire en utilisant le circuit de débloquage.

Le système Vourtzel peut être appliqué quel que soit le mode de commande des aiguilles par tringles, fils, transmission électrique ou hydraulique. S'il est fait usage d'aiguilles talonnables, les appareils sont disposés de telle sorte que si une aiguille est franchie par le talon, le signal correspondant est bloqué.

M. Gordéienko. — *Appareil de centralisation des signaux et des aiguilles.* — Cet appareil est établi d'après le même programme et produit les mêmes effets que le système de M. Vourtzel. Les dispositions de détail, mécaniques et électriques, sont différentes, mais les leviers des signaux et des aiguilles des postes de gare sont toujours contrôlés et bloqués par un poste central, sous la direction du chef de gare ou de son représentant. Le plan de l'application des appareils Gordéienko à la gare de Penza était exposé

à Vincennes. Le montage de ces mêmes appareils était en cours à l'importante gare de Yéletz-Passagirsky (réseau privé du Sud-Ouest).

Draisines. — Les chemins de fer russes emploient les draisines d'une façon très étendue pour l'inspection des voies. Les premiers appareils de ce genre ont été mis en service il y a environ quarante ans. Le type le plus répandu est celui du Sud-Ouest, décrit plus loin, en raison de son châssis résistant et de poids modéré, de ses grandes roues, de sa commande par manivelles, qui est généralement préférée à la commande par leviers.

Trois draisines figuraient à Vincennes :

1° *Draisine du chemin de fer de l'État de Saint-Pétersbourg à Varsovie.* — Cette draisine est constituée par un cadre métallique, dont les brancards sont en fer ⊔ de 65 × 35. Elle est portée par 2 essieux dont un, celui d'avant, est seul muni de ressorts à lames.

Les 4 roues de même diamètre sont composées d'une jante en fer tendue par des rayons en fil d'acier; le roulement est à billes.

Sur le châssis sont placées 3 banquettes de 3 places chacune, montées sur des ressorts en spirale.

Les 3 places d'avant sont réservées aux inspecteurs de la voie, les 6 autres aux hommes chargés d'actionner les 2 leviers verticaux de l'appareil de translation. Ces leviers sont reliés au moyen de bielles, de manivelles et d'engrenages à 2 roues dentées calées sur l'essieu AR, roues qui permettent d'obtenir les 2 vitesses de marche de 13 et de 20 kilomètres à l'heure.

Cette draisine n'a pas de frein. Le cadre est muni à chaque bout de 2 poignées pour l'enlèvement de l'appareil hors de la voie. Son poids est de 217 kilogrammes.

Les dimensions principales sont les suivantes :

	mètres.
Longueur du cadre	2 250
Largeur du cadre	1 330
Diamètre des roues	0 760
D'axe en axe des roues	1 600

2° *Draisine du chemin de fer de l'État du Sud-Ouest.* — Les poutres en treillis, qui forment les brancards de cette draisine, sont portées sur 2 essieux, avec interposition de ressorts de suspension à lames pour le seul essieu d'avant sur lequel sont calées de petites roues. Les 4 corps de roues sont en fer et à rayons.

A l'avant du châssis est fixée une banquette en bois réservée aux inspecteurs de la voie.

L'arrière constitue une plate-forme pour les hommes chargés de la manœuvre de l'appareil.

Le mouvement de translation est obtenu par 2 manivelles calées à 90 degrés et actionnant l'essieu AR au moyen d'un train d'engrenages et d'une chaîne Galle.

Les roues AR sont munies de 2 sabots en bois manœuvrables de la banquette ou de la plate-forme.

Les dimensions principales sont les suivantes :

	mètres.
Longueur des poutres en treillis	2 000
Hauteur des poutres en treillis	0 360
Largeur du cadre	1 370
D'axe en axe des roues	1 250
Diamètre des roues d'avant	0 650
Diamètre des roues d'arrière	1 240

3° *Draisine exposée par M. Olekiewiez.* — Sur son châssis à brancards en bois se trouvent à l'avant un siège pour les inspecteurs de la voie et à l'arrière un emplacement pour les hommes chargés de la translation.

Ce châssis est porté sans interposition de ressorts par 2 essieux à roues de même diamètre.

Les roues sont en fer à rayons et recouvertes de grillages. Le mouvement de translation est obtenu au moyen de 2 manivelles calées sur une roue dentée actionnant par l'intermédiaire d'une chaîne Galle un pignon claveté sur l'essieu AR. Les roues dentées et la chaîne sont également protégées par une enveloppe en tôle.

La draisine est freinée au moyen de 2 sabots en bois manœuvrables du siège.

Un appareil du système Olekiewiez pour enregistrer les variations de largeur de la voie était monté à l'avant de cette draisine (appareil décrit plus loin).

Les dimensions principales sont les suivantes :

	mètres.
Longueur de la plate-forme	2 550
Largeur de la plate-forme	1 250
D'axe en axe des essieux	1 225
Diamètre des roues	0 630

Appareils pour le contrôle de la pose de la voie et l'étude de ses déformations. — La section russe comprenait les appareils suivants pour la vérification des voies et l'étude de ses déformations élastiques :

Mesureur automatique de la largeur et du dévers de la voie, de M. Cholodkovski, ingénieur des voies de communication et du chemin de fer du Sud-Ouest. — Cet appareil consiste en deux règles glissant l'une sur l'autre. A l'extrémité de chacune d'elles sont montés : une roue porteuse à axe horizontal roulant sur le rail et un galet, à axe vertical, s'appuyant contre la face intérieure du champignon. Une bande de papier se déroule proportionnellement aux espaces parcourus, son mouvement étant pris sur une des roues porteuses. Lorsque l'appareil passe dans des surécartements de 4, 8, 12 millimètres, 2, 3 ou 4 traits sont tracés sur la bande par des molettes qui sont successivement déclenchées par le mouvement de glissement des deux règles. Si la voie se rétrécit de plus de 4 millimètres, la bande ne reçoit plus aucun trait. Si le rétrécissement dé-

passe 8 millimètres, ou le surécartement 12 millimètres, un orifice s'ouvre, et de la couleur, comprimée dans un cylindre par un piston et un ressort, est projetée sur le rail.

Pour noter les dévers, une longue caisse en tôle, contenant un flotteur, est disposée perpendiculairement à l'axe de la voie. Suivant l'amplitude de son oscillation le flotteur déclenche et fait tracer sur la bande une, deux ou trois molettes. Selon que le surhaussement est à droite ou à gauche, les molettes déclenchées sont différentes et marquent d'autres traits. A l'aide d'une transmission pneumatique et d'une poire en caoutchouc, l'opérateur actionne un crayon qui trace sur la bande des points ou des traits et peut servir à repérer les poteaux kilométriques, les traverses défectueuses, etc. Cet appareil se monte soit à l'avant, soit à l'arrière d'une draisine quelconque. Il coûte de 75 à 150 roubles selon le fini de l'exécution et le nombre des indications données, c'est-à-dire des molettes inscrivantes.

Indicateur automatique de la largeur de la voie de M. A. Olekiewiez. — Cet appareil se distingue du précédent en ce qu'il ne relève que les variations de largeur de la voie, mais il les trace en vraie grandeur sur une bande de papier qui se déroule proportionnellement aux espaces parcourus.

Il consiste en deux grands galets, placés dans des plans à 45 degrés, dont les jantes coniques appuient contre les faces intérieures des rails.

Ces galets sont portés par des châssis reliés l'un aux rouleaux de la bande de papier, l'autre au style inscripteur. Ce style se déplace donc, à droite ou à gauche de la ligne droite qu'il tracerait dans une voie à écartement constant, d'une longueur égale au rétrécissement ou au surécartement de la voie dans laquelle il passe. De la couleur est projetée sur l'un des rails lorsque les limites de tolérance pour le rétrécissement ou l'élargissement sont dépassées. Chaque parcours de 100 mètres s'inscrit par un trait marqué transversalement sur la bande. En une journée on peut relever l'état de 200 kilomètres de voie.

Le prix de cet appareil seul est de 2,100 francs et, avec la draisine ci-dessus décrite, de 3,000 francs.

Le profilographe de M. V. Kozlovsky, chef de section au chemin de fer de Varsovie-Vienne, sert à mesurer l'usure des champignons des rails. C'est un appareil qui rappelle le conformateur des chapeliers. Il est de construction simple et a été adopté par plusieurs administrations russes.

L'appareil photographique enregistrant les déformations élastiques des voies dû à M. A. Wasiutynski, ingénieur des voies de communication, attaché à la direction du chemin de fer Varsovie-Vienne, était incontestablement le plus intéressant des appareils destinés à l'étude de la voie figurant à l'Exposition. Cet appareil a servi à faire sur ce chemin de fer, en 1897 et 1898, des expériences nombreuses et précises sur les déformations élastiques des divers éléments de la voie : rails, éclisses, traverses et ballast, au pas-

sage des trains. Le compte rendu de ces expériences et la description détaillée de l'appareil ont été publiés dans le *Bulletin de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer* (numéros de novembre 1898 et de juin 1900). Nous nous contenterons de rappeler le principe de cet appareil. Comme celui de M. Ast il photographie les déplacements d'un point choisi d'un des éléments de la voie, mais, grâce à l'emploi d'un téléobjectif, l'appareil Wasiutynski peut être installé sur un pilier en maçonnerie distant d'environ 4 m. 50 du point à observer et par suite soustrait aux ébranlements et à la compression du ballast et du sous-sol. De plus, la photographie est produite sur une pellicule de 12 centimètres de hauteur, dont la longueur peut atteindre 8 mètres. Cette pellicule reçoit un mouvement uniforme d'un mouvement d'horlogerie, mis en marche ou arrêté au moyen de contacts électriques, par le passage de la première roue du train. Contre le point à observer est fixée une petite sphère métallique brillante, de 3 millimètres de diamètre, éclairée soit par le soleil, soit par une lampe électrique. Il est possible d'enregistrer les déplacements relatifs de plusieurs points en y fixant respectivement des sphères disposées dans le même plan vertical. En un des points on doit placer deux sphères, ayant un écartement fixe, afin de pouvoir contrôler l'échelle verticale du diagramme. Les appareils construits donnent des diagrammes représentant les déplacements en les triplant.

On conçoit qu'il est possible d'opérer avec plusieurs appareils commandés électriquement et par suite d'observer les déformations simultanées se produisant en divers points d'un rail, ou sur deux rails successifs.

L'emploi de la photographie élimine les divers inconvénients des appareils d'enregistrement à commande mécanique, pneumatique ou hydraulique, inconvénients résultant de l'inertie des pièces ou du fluide, de leur dilatation et du jeu des articulations.

Locomotives. — A la fin de l'année 1898, les 9,553 locomotives du réseau d'intérêt général se répartissaient comme suit au point de vue du service et du nombre des essieux moteurs :

Locomotives pour trains à voyageurs et mixtes		1,865
Locomotives pour trains à marchandises	à 2 essieux	17
	à 3 essieux	3,307
	à 4 essieux	4,005
	à 5 essieux	2
	à 6 essieux	70
Locomotives de gare		287

De ces 9,553 locomotives, 2,822, ou 29.5 p. 100, étaient du système compound; 1,712, ou 92 p. 100 des locomotives pour trains de voyageurs et mixtes, étaient munies de freins, dont 1,295 du frein Westinghouse, 108 du frein Wenger, 146 du frein Hardy, 163 de freins de divers autres systèmes.

Sur 989 locomotives étaient montés des indicateurs de la vitesse de marche.

Au point de vue de la nature du combustible consommé : 2,069 locomotives étaient

alimentées avec du bois; 4,076 avec de la houille; 3,408, ou 37.7 p. 100, avec du naphte ou des résidus de naphte.

En 1897, il y avait encore 6 locomotives alimentées avec de la tourbe; en 1898, il n'en existait plus.

Au point de vue de l'âge de ces locomotives : 1,931 avaient été mises en service de 1850 à 1870; 3,280 de 1871 à 1880; 1,179 de 1881 à 1890; 3,163 de 1891 à 1898.

Cinq locomotives russes figuraient à Vincennes :

Administration de l'Exploitation des Chemins de fer de l'Empire :

1° Une locomotive n° 49 à 2 essieux couplés et à bogie, construite pour le chemin de fer de Saint-Pétersbourg à Varsovie, par l'usine Poutiloff, à Saint-Pétersbourg, d'après les données établies par S. E. le général N. P. Pétroff. Cette machine est une compound tandem à quatre cylindres extérieurs. Elle est destinée à la traction des trains express et doit pouvoir marcher à 100 kilomètres. Le tender est à trois essieux.

2° Une locomotive à quatre essieux couplés construite pour le chemin de fer Nicolas par l'usine Poutiloff; locomotive compound à deux cylindres extérieurs, chauffée au naphte, destinée à la remorque des trains à marchandises. Le tender est également sur trois essieux.

Société du chemin de fer de Moscou-Kazan : une locomotive articulée Mallet, à six essieux moteurs, compound à quatre cylindres extérieurs, H 810, construite par les usines de Briansk. Son tender, monté sur deux bogies, porte deux cylindres à air horizontaux, dont les pistons sont attachés à deux câbles en fer, courant le long du train, de façon à remorquer directement les wagons formant la partie arrière du train, les appareils d'attelage ordinaires de la première partie sont ainsi soulagés. Cette disposition a été imaginée par M. Noltein, ingénieur en chef du Moscou-Kazan.

Société des usines de construction de machines, à Kolomna (Gouvernement de Moscou) :

1° Une locomotive à trois essieux couplés et bogie, n° 2500, pour le chemin de fer de Wladicaucase. Cette locomotive compound à deux cylindres extérieurs, disposée pour brûler du naphte, doit remorquer des trains express (jusqu'à 80 kilomètres).

2° Une locomotive à quatre essieux couplés pour la première société des Chemins de fer affluents, dont la voie est à l'écartement de 0 m. 75. C'est une machine à simple expansion à deux cylindres extérieurs. Elle est chauffée à la houille. Son tender, à trois essieux, n'était pas exposé.

En outre de ces cinq locomotives, un sixième spécimen des dispositions adoptées actuellement par les ingénieurs russes figurait dans la section française : nous voulons parler de la locomotive compound à quatre essieux couplés, bissel, deux cylindres extérieurs, construite par la Compagnie de Fives-Lille pour la Société russe du chemin de fer de l'Est chinois.

L'Administration des chemins de fer de l'Empire, les Sociétés des chemins de fer de Moscou-Kazan, de Wladicaucase, de Moscou-Kiew-Voronège avaient exposé au Champ de Mars de nombreux dessins, albums et photographies de leurs locomotives les plus récentes. De cet ensemble de documents semble résulter que le type compound à deux cylindres extérieurs prédomine. L'influence américaine se manifeste par l'adoption des bogies, des bissels, des balanciers longitudinaux reliant les ressorts de suspension, des graisseurs. D'autre part, l'influence allemande se voit par la forme des boîtes à feu et leur armaturage, par l'emploi de la distribution Heusinger von Waldegg, les formes du mécanisme, notamment les rattrapages de jeu des bielles et des boîtes à huile des essieux couplés. Mais les ingénieurs russes ont su combiner ces divers détails de façon à répondre aux besoins particuliers de leur pays, ils ont notamment créé les dispositions spéciales leur permettant de bien utiliser au chauffage des locomotives une de leurs richesses nationales : les résidus de naphte.

Emploi des résidus de naphte pour le chauffage des locomotives et des fours. — En 1899, la région de Bakou a produit environ 9 millions de tonnes de naphte dont on extrait par distillation seulement 2,8 millions de tonnes de benzine et huiles d'éclairage et de graissage; les résidus appelés *mazout* (densité environ 0,908) sont utilisés pour une faible partie comme matière de graissage. La presque totalité n'a pour le moment d'autre emploi que d'être brûlée comme combustible. Bakou et Grozny en exportent actuellement 4 millions de tonnes par an. Nous avons indiqué qu'à la fin de 1898 37.7 p. 100 des locomotives russes étaient alimentées au pétrole. C'est seulement à partir de l'année 1880, à la suite d'essais poursuivis principalement par M. Thomas Urquhart, alors Directeur du chemin de fer Gräzi-Zaritzin, que l'emploi des résidus comme combustibles pour les locomotives s'est progressivement développé. *A poids égal, les résidus vaporisent une fois et demie autant que le meilleur charbon.* Il en résulte que, sur la plupart des lignes russes, l'emploi des résidus est plus économique que celui des houilles russes (l'emploi des houilles anglaises pour le chauffage des locomotives est actuellement prohibé).

En outre de l'économie qu'ils procurent les résidus ont les avantages suivants : les manipulations, transports et chargements sur tender sont commodes et rapides; le chauffeur règle facilement l'intensité du feu et n'éprouve plus de fatigue corporelle; les chaudières sont promptement mises en pression; la combustion peut être obtenue sans production de fumée; peu de suie se dépose dans les tubes; avec quelques précautions, les parois du foyer et les plaques tubulaires durent plus longtemps qu'avec la houille; les étapes des locomotives ne sont plus limitées par l'encombrement des grilles par les mâchefers; à chargement égal du tender, il est possible de faire une plus longue étape sans avoir à se réapprovisionner. Les dispositions nécessaires pour utiliser les résidus pour les locomotives consistent à établir dans les foyers une maçonnerie en briques réfractaires formant une sole en remplacement de la grille, des revêtements plus ou moins élevés sur les quatre côtés et une voûte au-dessous du faisceau tubulaire.

IMPRIMERIE NATIONALE.

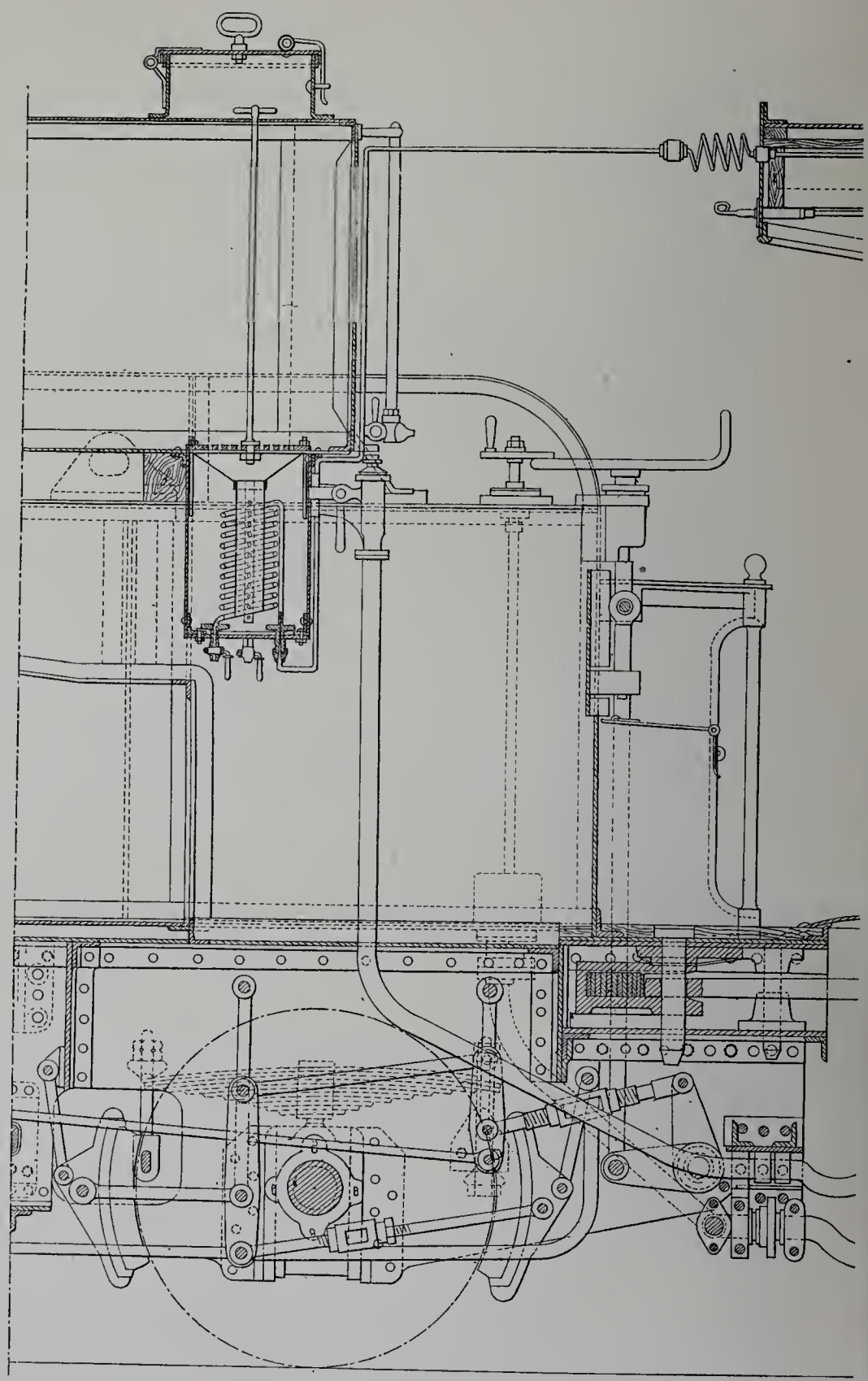
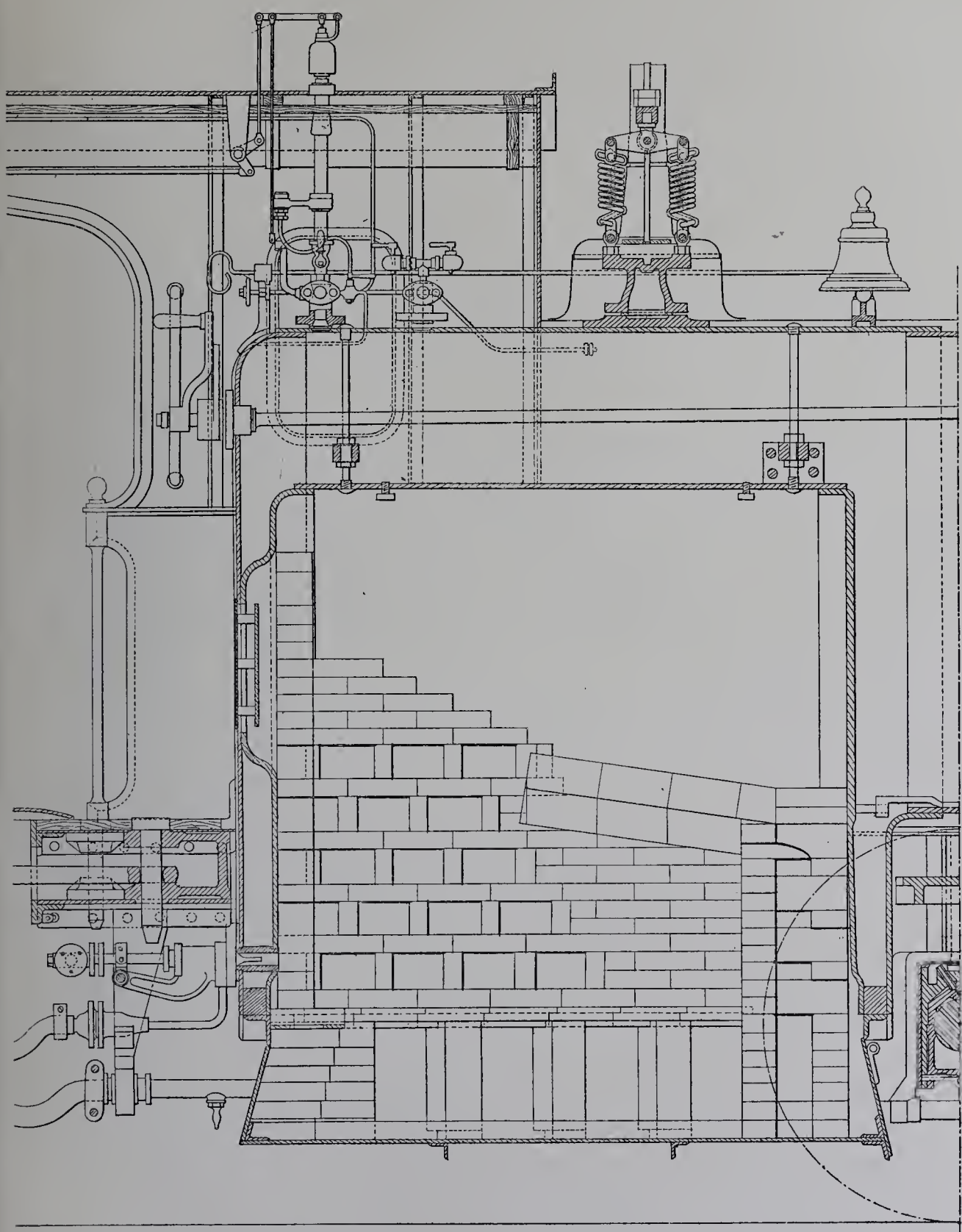


Fig. 7. — Aménagement d'une locomotive du chemin



de fer Moscou-Kazan, pour le chauffage au naphte.

Les résidus, contenus dans un réservoir porté par le tender, et en hiver rendus suffisamment fluides par un courant de vapeur envoyé dans un serpentin, sont aspirés par un injecteur à vapeur; ils sont projetés avec celle-ci, à l'état pulvérulent, contre la maçonnerie de briques. Celle-ci étant portée à l'incandescence entretient la combustion. L'air pénètre dans le foyer par divers orifices et conduits ménagés dans la maçonnerie, au contact de laquelle il s'échauffe. Dans certains pulvérisateurs (notamment celui d'Urquhart) la vapeur entre par un tuyau central et entraîne avec elle le pétrole aspiré par l'espace annulaire. Dans d'autres pulvérisateurs (de Bradt et de Karapetow) les nappes de pétrole et la vapeur sont projetées l'une contre l'autre sous un angle de 60 à 80 degrés. Le mélange ne se produit ainsi qu'à la sortie des appareils.

La plupart des appareils produisent un jet annulaire conique. Un seul pulvérisateur, celui de Brandt, formé de trois disques superposés, produit une nappe horizontale. Ce genre de pulvérisateur, d'ailleurs peu employé actuellement, est monté au-dessus de la sole, vers son centre.

Les pulvérisateurs à jets coniques sont généralement montés sous la plate-forme du mécanicien et, le plus souvent, un seul appareil suffit. Il est alors placé dans le plan médian du foyer.

Nous reproduisons ci-dessus, p. 242-243 (fig. 7), à titre d'exemple, le dessin exposé par le Chemin de fer de Moscou-Kazan.

Ce mode de garniture a été appliqué à de récentes locomotives de deux types : à trois essieux couplés et bogie pour le service des express et à quatre essieux couplés pour trains à marchandises.

On remarquera que sur la moitié arrière du foyer, qui ne reçoit pas directement le coup de feu, les briques ne recouvrent que les deux tiers environ de la surface inférieure des plaques. L'air ne pénètre dans le foyer que sous la voûte après s'être fortement échauffé.

Cette garniture en briques revient à environ 300 francs et dure de six à huit mois.

L'exposition des Chemins de fer de l'Empire, au Champ de Mars, comprenait une dizaine de pulvérisateurs des divers systèmes dus aux ingénieurs Urquhart, Védénéïeff, Karapetoff, Damiline, Tvardovski, Bielikoff, Yanouchevsky, etc., établis sur les principes que nous venons d'indiquer et ne différant que par des détails de construction.

Il nous a semblé qu'en ce moment aucun de ces appareils ne s'impose par des avantages particuliers; en tous cas ceux-ci ne nous ont pas été indiqués.

Sur chaque réseau, les résidus arrivent soit en wagons-citernes, par voie ferrée, soit, pendant la période de navigation, sur des bateaux par le Volga et ses affluents, à quelques grands magasins d'approvisionnement, comprenant des réservoirs en tôle ou des bassins en maçonnerie d'une capacité totale de 1,000 à 3,000 tonnes.

De ces magasins, les résidus sont distribués par wagons, pendant toute l'année, aux stations de chargement sur les tenders.

Installations pour le chargement sur les tenders. — L'administration des chemins de fer

de l'Empire avait exposé un modèle d'une station de chargement sur le chemin de fer transcaucasien.

Cette installation comprend un réservoir principal en tôle contenant 50 tonnes de résidus, un petit bâtiment abritant une pompe à vapeur et sa chaudière et une tour supportant un réservoir de 1,6 tonne de capacité, dont le contenu s'écoule directement dans les réservoirs des tenders.

Étaient également exposés les dessins de l'installation de la gare de Jaroslav du chemin de fer de Moscou-Jaroslav-Arkhangel, et des stations de chargement des chemins de fer du Sud-Est, de Moscou-Kiew-Voronège, et du chemin de fer de Moscou-Kazan.

D'après ce dernier dessin, l'installation au Moscou-Kazan comprend, comme sur le Transcaucasien, un ou plusieurs grands réservoirs en tôle ou des fosses en maçonnerie, un petit bâtiment contenant une pompe à vapeur (ordinairement sur ce réseau du système Worthington), sa chaudière et une tour portant le petit réservoir de distribution. La pompe aspire les résidus simultanément dans plusieurs wagons-réservoirs; pour cela une conduite est posée parallèlement à la voie de stationnement des wagons et présente plusieurs bouches de raccord. Des vannes permettent de refouler le naphte venant des wagons soit dans le ou les grands réservoirs, soit dans le réservoir de distribution, ou d'aspirer dans les grands réservoirs, pour emplir le petit.

En hiver, les résidus sont rendus convenablement fluides à l'aide d'un serpentin installé dans les grands réservoirs contre l'embouchure de la conduite les reliant à la pompe.

Dans une notice le Moscou-Kazan indique que l'importance des installations est déterminée en se basant sur une consommation de 13.25 kilogrammes par kilomètre de train. Les résidus lui parviennent par bateaux à ses grands magasins de Swiajsk et de Riazan pendant la période de navigation, c'est-à-dire de mai à octobre.

Ce chemin de fer (de 1,763 kilomètres) a consommé, en 1898, 66,820 tonnes de résidus pour le chauffage des locomotives et 4,165 tonnes de résidus pour le chauffage des ateliers et des stations d'alimentation d'eau et de résidus; en 1899, ces consommations ont été respectivement de 78,500 tonnes et de 4,500 tonnes.

Emploi des résidus dans les ateliers. — Ce même chemin de fer de Moscou-Kazan exposait le dessin d'une chaudière Babcock et Wilcox, de 150 mètres carrés de surface de chauffe, chauffée aux résidus à l'aide d'un pulvérisateur donnant une vaporisation de 11 à 12 kilogrammes d'eau par kilogramme de résidus; les dessins de fours pour feux de forge, pour rivets, pour lames de ressorts, pour bandages, tous chauffés aux résidus. Ceux-ci tombent simplement en mince filet ou lame dans le courant d'air produit par le ventilateur.

La consommation de résidus est de 70 kilogrammes pour 100 kilogrammes de boulons forgés; 7,5 kilogrammes par bandage embattu; 25 kilogrammes par 100 kilogrammes de ressorts à lames fabriqués.

Au Champ de Mars se trouvait le modèle de l'atelier de forge de Oufa (réseau de l'État de Samara-Zlatooust).

Cet atelier comprend 5 fours chauffés aux résidus qui suffisent à alimenter 30 forgerons ayant deux pilons à leur disposition.

Le chauffage étant plus rapide, le nombre des forgerons a pu être réduit de près de 18 p. 100 du nombre nécessaire avec des forges à la houille.

Chemin de fer de l'État du Sud-Ouest. — *Modèle de l'installation pour l'épuration de l'eau d'alimentation de la gare de Zaplazy.* — Cette installation consiste en une tour en maçonnerie, avec étage supérieur et couverture en bois, contenant quatre cuves. Dans les deux cuves supérieures, l'eau naturelle se mélange avec un lait de chaux et une solution de soude caustique convenablement dosés. L'eau traverse un filtre, formé de copeaux de tilleul, pour se rendre dans les deux cuves inférieures, d'où elle est distribuée dans la gare.

Cette installation permet d'épurer 250 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Appareils de contrôle de la marche des locomotives.— Comme appareils de contrôle de la marche des locomotives exposés dans la section russe, nous avons à signaler :

L'indicateur de vitesse, système Graftio, dont le principe est celui des régulateurs à force centrifuge. Il est actionné par un des essieux au moyen d'une courroie. La vitesse du train s'inscrit sur une bande de papier mue par un mouvement d'horlogerie. Il est appliqué sur quelques locomotives du chemin de fer Nicolas.

Le compteur des distances, du système Efimoff, est un enregistreur du nombre de tours effectué par un des essieux de la machine entre deux observations. La graduation de l'appareil est établie d'après le diamètre au contact des roues, afin que la lecture indique la distance parcourue. Cet appareil est appliqué sur vingt-huit locomotives du chemin de fer Nicolas.

Voitures. — Les voitures à voyageurs, en service au 31 décembre 1897 sur les lignes russes d'intérêt général, se répartissaient comme suit :

Voitures	impériales	93
	salons et voitures pour les hauts fonctionnaires	327
	de 1re classe	824
	mixtes 1re et 2e classes	738
	2e classe	1,658
	mixtes 2e et 3e classes	231
	3e classe	5,446
	mixtes 1re, 2e et 3e classes	15
	4e classe	567
	pour le transport des prisonniers	279
	sanitaires	137
	pour le service de la poste	382

Les 5,446 voitures de 3e classe constituent à elles seules environ 50 p. 100 de l'effectif total.

Au point de vue du nombre des essieux, 1,290 voitures, ou 12.5 p. 100 de l'effectif,

sont sur 2 essieux; 6,683, ou 64.8 p. 100, sur 3 essieux; 2,342, ou 22.7 p. 100, sur 4 essieux.

Ces chiffres montrent la prédominance des types à trois et quatre essieux.

Les voitures à deux essieux ne se construisent plus que pour les chemins de fer secondaires et vicinaux. Sur les lignes de l'État ces voitures sont spécialisées aux services de la banlieue des grandes villes et au transport des soldats, des ouvriers des champs et des agents des chemins de fer.

Les types à trois essieux s'emploient de moins en moins. Ils sont utilisés sur les lignes secondaires, ou servent de réserve sur les lignes principales.

Les voitures à quatre essieux, ou pour mieux dire sur deux bogies, remplacent progressivement les voitures à deux et trois essieux, et elles entrent seules dans la composition des trains de grands parcours.

Les bogies, reproduisant les dispositions essentielles du type américain, donnent une suspension douce; les caisses de grande longueur, et en même temps de grande section, grâce au gabarit russe, sont aménagées de façon à permettre d'effectuer de fort longs voyages dans de bonnes conditions de confort et d'hygiène, les voyageurs pouvant tous se coucher et accéder à un cabinet de toilette.

Les cinq voitures qui suivent étaient exposées à Vincennes :

Administration des chemins de fer de l'Empire : 1° Une voiture de 1re classe n° 225 du chemin de fer du Sud-Ouest, construite dans les ateliers de la compagnie à Kiew. Cette voiture, montée sur deux bogies à deux essieux, représente le type normal adopté pour les express Kiew-Varsovie et Kiew-Odessa. Elle offre, le jour, vingt places assises et la nuit, par transformation, vingt lits.

2° Une voiture de 3e classe à bogies du chemin de fer Kharkow-Nicolaew. Cette voiture, qui porte le numéro 345, présente le jour soixante-deux places assises, et la nuit, soixante-deux bancs disposés en trois étages sur lesquels les voyageurs peuvent s'étendre. Un des compartiments de cette voiture, aménagé spécialement, contenait un dynamomètre du système de M. l'ingénieur Théodorowitch et divers appareils indicateurs.

Société du chemin de fer de Moscou-Kazan : une voiture de 3e classe Bct n° 1289, montée sur trois essieux et construite dans les ateliers de la compagnie à Moscou. Le jour, cette voiture présente quarante-deux places et, la nuit, trente-sept bancs formant deux rangées superposées de couchettes, obtenues par le relèvement de panneaux tournants.

Société des Usines de Kolomna :

1° Une voiture de 1re classe n° 72, construite pour le chemin de fer du Vladicaucase; montée sur deux bogies à deux essieux, elle offre le jour vingt-quatre places et la nuit vingt-quatre lits répartis entre trois compartiments.

2° Une voiture mixte de 2e et 3e classes n° 1035. Destinée à une ligne à voie de

0 m. 75, cette voiture est montée sur bogies; elle offre seize places de 2e classe, douze de 3e et un cabinet de toilette avec water-closet.

Nous donnons dans la troisième partie du présent rapport la description détaillée et les dimensions principales de ces cinq voitures et des deux bogies métalliques à deux et à trois essieux qu'exposait séparément le chemin de fer de Moscou-Kazan.

Parmi les très nombreux documents exposés relatifs aux voitures (dessins, modèles, photographies et notices), nous signalerons les suivants :

Dessin et description des voitures composant les trains rapides de Sibérie, c'est-à-dire utilisées pour le trajet direct de Moscou à Irkoutsk, qui dure six jours, service qui a débuté le 20 mars 1898. Ce matériel appartient au chemin de fer de l'État de Moscou-Koursk-Nijni-Novgorod et Mourom.

Chaque train est formé de cinq véhicules :

Un fourgon à bagages, une voiture servant de salle à manger et de salon, une voiture de 1re classe et deux voitures de seconde classe.

Toutes ces voitures sont montées sur des bogies à châssis métallique et à deux essieux Les châssis ont 2 m. 14 de largeur et 18 m. 28 de longueur, sans les tampons; les caisses ont 2 m. 65 de hauteur intérieure. On accède dans les voitures par des vestibules fermés, et on passe de l'une à l'autre par des passerelles à soufflet. Il faut franchir trois portes successives avant d'entrer dans le couloir latéral qui dessert les compartiments à voyageurs.

Les parois latérales, les planchers et les toitures sont formés de doubles panneaux en voliges, recouverts de couches de carton et de feutre; les fenêtres sont doubles; les planchers et, sur une certaine hauteur, les parois des cabinets de toilette, des water-closets et de la salle de bain sont recouverts de carreaux en céramique. Chaque voiture est chauffée par un appareil spécial à eau chaude. L'éclairage électrique de tout le train est produit par une dynamo actionnée par une turbine à vapeur. Ces appareils et la chaudière à vapeur sont installés dans un compartiment aménagé dans le fourgon. Dans la voiture-restaurant se trouvent des compartiments contenant une baignoire et des appareils de gymnastique de chambre. Dans la salle à manger, servant de salon, les voyageurs trouvent un piano et une bibliothèque. Ce train est donc aménagé de façon à rendre aussi peu fatigant et aussi confortable que possible un long voyage en Sibérie, même en hiver, lorsque la température descend en dessous de — 50 degrés.

En été, de l'air extérieur est refoulé dans les voitures par le mouvement du train, après s'être refroidi en passant dans les tubes d'un réservoir rempli d'un mélange réfrigérant. Pendant le stationnement, on fait passer dans cet appareil réfrigérant de l'air pris aux réservoirs du frein Westinghouse.

Dessin d'une voiture de 1re classe à vingt-quatre places pour le service de la banlieue, de la Direction impériale des lignes de la Baltique et de Pskow-Riga. — La caisse est divisée en cinq compartiments, pourvus chacun de portières latérales, et en outre communiquant entre eux par des portes afin de permettre à tous les voyageurs d'accéder à un ca-

binet de toilette avec water-closet. Des portes ménagées dans les panneaux des bouts permettent aux agents chargés du contrôle de passer d'une voiture à l'autre.

Cette voiture est montée sur trois essieux; seize ressorts en spirale sont interposés entre la caisse et le châssis et celui-ci est porté par des ressorts trijumeaux à grande flexibilité. Le chauffage est à la vapeur et l'éclairage électrique. La tare atteint 23 tonnes.

Dessin d'une voiture de 1re classe du chemin de fer de Moscou-Kazan. — Cette voiture, destinée aux trains express directs, est montée sur deux bogies à deux essieux du type spécial à ce réseau.

Elle est divisée en quatre compartiments à deux banquettes et trois compartiments à une banquette; une large baie, fermée par trois vantaux, permet de réunir deux de ceux-ci. Chaque banquette offre deux places de jour et, comme les dossiers se relèvent pour former lits, les vingt-deux voyageurs de la voiture peuvent tous se coucher. Ces compartiments donnent sur un couloir latéral avec vestibules fermés à ses extrémités. Il y a deux cabinets de toilette dont l'un est réservé aux dames. Des passerelles découvertes et sans soufflets permettent de passer d'une voiture à l'autre. La voiture est chauffée à la vapeur et éclairée au gaz avec des appareils Pintsch ou, en cas de besoin, avec des lanternes à bougie.

Dessin du wagon sanitaire du Moscou-Kazan. — Ce véhicule est un wagon couvert aménagé de façon à pouvoir transporter en toute saison deux personnes blessées ou malades. Il est simplement monté sur deux essieux, écartés de 3 m. 81, avec ressorts de suspension ordinaires.

Le plancher, la toiture et les côtés de la caisse sont à doubles parois.

Cette caisse est divisée en deux compartiments, dont un petit pour les infirmiers. Le grand contient deux brancards, posés sur des supports élastiques (à ressorts à boudin), une toilette, une fontaine, un siège de water-closet et un poêle pour le chauffage.

Les brancards sont introduits dans le wagon par des portes latérales à doubles vantaux, en passant par le petit compartiment. Des portes, percées dans les parois des bouts de la caisse, et des passerelles découvertes permettent de passer dans les autres voitures du train.

Dessin d'un wagon-chaudière, pour le chauffage à la vapeur du chemin de fer de Moscou-Kazan. — Ce véhicule consiste en un wagon couvert à châssis métallique porté sur trois essieux.

A l'intérieur est installée une chaudière type locomobile, à foyer et faisceau tubulaire amovibles. Cette chaudière est alimentée au moyen d'une pompe à main par l'eau renfermée dans un réservoir entourant et supportant le corps cylindrique.

Le bois destiné au chauffage est empilé dans des emplacements réservés aux quatre coins de la caisse.

Le plancher est recouvert de tôle striée. Des portes percées dans les bouts, dont l'une à deux vantaux, donnent accès à l'intérieur de la caisse.

DIMENSIONS PRINCIPALES [1].

Longueur	du châssis hors tampons	8m 406
	du châssis à l'extérieur des traverses extrêmes	7 216
	intérieure de la caisse	7 240
Largeur intérieure de la caisse		3 025
Hauteur intérieure de la caisse		2 742
D'axe en axe des roues extrêmes		4 880
Poids du véhicule à vide sans approvisionnements		15,316 kilogr.

Modèles et dessins du système de M. G. Gunsbourg, ingénieur des voies de communication. — Ce système a pour objet la transformation des sièges des voitures de 3e classe en lits de camp, sans réduction du nombre des places offertes, et en donnant aux voyageurs la possibilité de rester assis ou de se coucher sur un des lits de camp, sans se gêner mutuellement. Pour obtenir ce résultat, le dossier correspondant à chaque place peut être relevé de façon à former avec le dossier de la place vis-à-vis un lit se trouvant à une hauteur telle que les voyageurs puissent encore rester assis sur les banquettes. Lorsque plus de la moitié des voyageurs veulent se coucher, les banquettes se transforment alors en lits, par le remplissage de leur intervalle à l'aide de panneaux mobiles.

Ce système, imaginé vers 1890, a donné lieu à un certain nombre d'applications, notamment à une trentaine de voitures de l'État de Finlande. Pour qu'il s'applique convenablement, il faut que la voiture soit à couloir central, ou à peu près central, qu'elle soit haute et que les dossiers de ses banquettes soient écartés d'environ 2 mètres.

Mokhoff, à Moscou. — *Ressorts.* — Cette exposition comprenait des ressorts de traction, de choc et de suspension employés pour le matériel de chemins de fer.

La Russie se trouvant, par la grandeur des trajets, la variation des conditions atmosphériques et la rigueur des hivers, dans les mêmes conditions que les États-Unis, il était naturel que les ingénieurs russes aient beaucoup emprunté à leurs devanciers américains pour l'aménagement et la construction des voitures à voyageurs; toutefois de nombreuses dispositions leur sont particulières, notamment l'application de ressorts jumelés à lames très flexibles; l'emploi de carton huilé et de feutre comme matières non conductrices introduites dans la constitution des parois des caisses; la réduction des surfaces des baies, tout en employant de doubles châssis vitrés; la multiplicité des ventilateurs; l'adoption très fréquente des petits compartiments desservis par un couloir latéral; enfin et surtout les dispositions permettant de donner à tous les voyageurs la possibilité de se coucher.

[1] Pour la chaudière et les approvisionnements, se reporter au chapitre relatif au chauffage des voitures.

Wagons à marchandises. — Les wagons à marchandises en service au 31 décembre 1897 sur les lignes russes d'intérêt général se répartissaient comme suit :

Wagons	couverts	138,767
	à hauts bords (tombereaux)	15,335
	plats	26,762
	citernes (la plupart pour le pétrole)	18,410
	pour longs bois	4,552
	pour la bière, le lait, les fruits, la viande, la glace, la poudre et les matières explosibles	4,450
	trucks à équipages	1,847
	écuries	767

Plus des neuf dixièmes de ces wagons à marchandises sont montés sur deux essieux. On remarquera la forte proportion des wagons couverts, des wagons à pétrole et des wagons spéciaux[1]. Ces derniers sont rendus nécessaires par les grandes variations de température qui se produisent d'une saison à l'autre, et même en été lorsque les denrées sont transportées du Sud au Nord de la Russie, ou inversement.

L'Administration de l'exploitation des chemins de fer de l'Empire avait envoyé à Vincennes :

Un wagon glacière, pour le transport du lait, appartenant au chemin de fer Nicolas, et construit par l'atelier Alexandrovsky de ce chemin de fer.

Un wagon-citerne, n° 313672, à réservoir cylindrique, pour le transport du pétrole, construit par l'usine Phénix à Riga.

Un wagon-citerne n° 7371, à réservoir rectangulaire, surmonté d'une plate-forme, suivant le système de l'ingénieur technologue Koubassof, wagon construit par la Société des usines de Kolomna.

La description et les dimensions principales de ces wagons sont données dans la troisième partie du rapport.

Des dessins de divers types d'autres wagons étaient exposés par l'Administration impériale et les Chemins de fer du Sud-Est (wagon-glacière dans lequel des conduits établis dans les parois et dans le plancher déterminent à travers le chargement une circulation constante de l'air qui vient se refroidir au contact des réservoirs à glace placés à la partie supérieure du wagon, et wagon-écurie pour chevaux de course, à double suspension et à capitonnage très soigné), du Wladicaucase et de Moscou-Kiew-Voronège.

Par leurs dispositions d'ensemble et de détail, l'adoption de profilés pour la constitution des châssis et souvent des carcasses de caisse, l'emploi de ressorts de suspension à bouts roulés, de boîtes à huile à tampons graisseurs, le matériel à marchandises russe se rapproche beaucoup du matériel des chemins de fer français, allemands et autrichiens.

[1] Le nombre et la variété des wagons spéciaux attiraient déjà l'attention des visiteurs de l'exposition de Nijni-Novgorod, en 1895.

Dispositions prises pour le transport et l'emmagasinage du blé : *Aménagement des wagons, Magasins, Élévateurs.* — L'importance du trafic du blé a conduit les chemins de fer russes à prendre quelques dispositions spéciales, qu'il convient de signaler.

Afin d'éviter la dépense de sacs, le blé est très généralement transporté en vrac, dans les wagons couverts ordinaires. Les deux baies des portes sont bouchées par deux panneaux mobiles de 2 m. 20 de largeur sur 1 m. 40 environ de hauteur, percés à leur partie inférieure d'une ouverture rectangulaire de 0 m. 30 de côté, fermée par une trappe mobile dans des coulisses verticales. Des bandes de feutre disposées le long des côtés latéraux et inférieurs des panneaux s'opposent à la perte du blé. Celui-ci est introduit dans le wagon par l'espace resté libre entre le panneau et la toiture. Le déchargement s'opère en disposant devant l'ouverture à trappe une sorte de buse ou d'entonnoir en fer-blanc, qui permet d'emplir facilement des sacs ou des brouettes.

Un modèle de wagon couvert, présentant cette disposition, était exposé.

Transport du blé par le chemin de fer de Kharkow-Nicolaew. — Ce mode de transport donnant lieu à des pertes, M. l'ingénieur Okouneff a imaginé de recouvrir le plancher du wagon et ses parois latérales, sur une hauteur d'environ 1 m. 10, par une housse en toile, ou prélart, formant une sorte de grand bac.

Pour le déchargement du blé, la housse est percée à la partie inférieure et au milieu des côtés latéraux de deux orifices munis de tuyaux en toile. Quelques planches sont placées au travers des ouvertures des portes afin que la manœuvre de celles-ci ne soit pas entravée par la pression de la bâche une fois remplie de blé. Ces housses sont mises à la disposition des expéditeurs moyennant une légère redevance.

Magasins et élévateurs du chemin de fer de l'État Kharkow-Nikolaew. (Modèles et dessins exposés.) — Afin de faciliter aux cultivateurs la vente et l'exportation de leur blé, en diminuant les frais que coûtent ces opérations, certaines des directions des chemins de fer de l'Empire ont fait construire des magasins dans les gares de départ et des élévateurs dans les ports d'exportation. En outre, elles se chargent des opérations de commission et, enfin, font des prêts pour les grains reçus soit en dépôt, soit pour être transportés. C'est ainsi qu'a procédé la Direction du chemin de fer Kharkow-Nicolaew dont les lignes desservent les provinces les plus fertiles de la Petite-Russie (provinces de Poltava, d'Iékaterinoslaw et de Kersow) et dont l'une aboutit à l'un des ports les plus importants de la mer Noire, celui de Nikolaew, dont l'exportation en blé dépasse 1,300,000 tonnes.

Cette direction a fait construire et possède :

1° Dans un certain nombre de gares peu importantes, des magasins n'ayant qu'un rez-de-chaussée. Le sol, planchéié en bois, est à la hauteur des planchers des wagons. Le murs sont en maçonnerie et la couverture en fers et tôles ondulées. Le magasin est placé le long d'une voie et est pourvu de ce côté d'un quai d'environ 1 m. 50 de large, afin d'accéder facilement aux wagons qui peuvent ne pas se trouver devant les portes.

Le blé est emmagasiné dans de grands coffres en planches. L'ensemble de ces magasins à un seul étage offre une surface couverte de 51,000 mètres carrés;

2° Des hangars démontables en tôle ondulée, ayant la forme d'un demi-cylindre. Ils sont transportés d'une gare à l'autre selon l'importance, très variable d'une année à l'autre, de la récolte du blé. On les établit sur une terrasse d'environ 0 m. 75 de hauteur, dont la surface est planchéiée;

3° De grands magasins, à deux étages, en maçonnerie. Le sol du rez-de-chaussée est recouvert d'asphalte. Le plancher intermédiaire est en bois; on y accède par des plans inclinés, disposés à l'extérieur des bâtiments, perpendiculairement au long côté opposé aux voies. Ils ont une surface totale de plancher de 9,300 mètres carrés et ont coûté 427,000 francs.

Les grains sont conservés dans ces grands magasins dans le but de former un dépôt local, de régulariser l'intensité du transport par chemin de fer et d'éviter l'encombrement du port de Nikolaew.

En raison du bon marché de la main-d'œuvre, ces magasins ne sont que rarement pourvus d'engins mécaniques pour la manutention du blé.

Pendant l'année 1899, l'ensemble des magasins de ce chemin de fer a reçu 78 millions 716,800 kilogrammes et il en est sorti 77,850,800 kilogrammes;

4° Élévateur du port de Nikolaew. Cet élévateur, dont la construction a été terminée en 1893, peut contenir 2,133 tonnes de blé. Il a coûté 2,197,000 francs.

Cet élévateur est divisé en deux grands bâtiments, longeant un des quais; entre eux se trouve la construction abritant les chaudières et machines à vapeur. Chaque grand bâtiment comprend :

1° Une tour en briques de 26 m. 60 de longueur, 9 m. 50 de largeur et 37 m. 25 de hauteur, contenant les appareils élévateurs, les balances (système Reiter) et les appareils de nettoyage (Eureka), de séparation (Richmond et Schoulte) et de refroidissement des grains (système Hoslowski);

2° Le magasin proprement dit, en bois, de 49 mètres de longueur, 24 m. 50 de largeur et 25 m. 50 de hauteur, contenant deux cents coffres de section carrée de 18 mètres de hauteur.

Les transports sont effectués par des toiles sans fin et des chaînes à godets.

Chacun des deux bâtiments peut, au moyen de trois tuyaux, embarquer 177,000 kilogrammes par heure et emmagasiner dans les coffres 118,000 kilogrammes.

En 1897, année de gros trafic, cet élévateur a reçu 7,750 tonnes et a livré 8,160 tonnes.

Magasin élévateur de la gare maritime de Réval (modèle exposé). — L'exportation des blés russes par le port de Réval ayant pris une grande importance, la direction du chemin de fer de la Baltique décida de faire construire contre l'un des quais du bassin de Réval un magasin-élévateur, du type américain, relié à la gare par une voie ferrée.

La construction du magasin-élévateur et de ses annexes fut terminée fin 1893. La

dépense totale s'élèva à 614,000 francs. L'installation comprenait : le magasin-élévateur à cinq étages, en maçonnerie, pouvant contenir 2,400 tonnes de blé, un magasin en maçonnerie et deux magasins en bois d'une contenance totale de 1,920 tonnes.

L'affluence des clients fut telle que la direction du chemin de fer dut modifier l'aménagement de l'élévateur et développer ses annexes de façon à porter la capacité de l'élévateur à 2,800 tonnes et la capacité des magasins annexes à 3,200 tonnes.

L'élévateur est muni de deux norias qui servent soit au déchargement des wagons, soit au chargement des bateaux.

Les transports horizontaux se font par des toiles sans fin qui servent, en outre, à sécher le grain.

Le chargement d'un bateau se fait à raison de 130 à 160 tonnes à l'heure.

41,250 tonnes furent emmagasinées, en 1898, dans cet élévateur qui renouvela ainsi 14.73 fois son stock.

Élévateur de la gare de Pensa. — La direction du chemin de fer de l'État de Sizran-Viasemsk a établi dans la gare de Pensa un élévateur pouvant contenir 3,280 tonnes dont le modèle était exposé.

Magasins-élévateurs du chemin de fer de Moscou-Windau-Rybinsk. — Ce chemin de fer exposait les plans des magasins à grains, à silos, avec élévateurs et transporteurs par chaîne sans fin qu'il fait construire dans le port de Windau.

Cette installation est faite de façon à correspondre à une exportation annuelle de 350,000 tonnes de blé. La capacité totale des magasins est de 52,000 tonnes, et les transporteurs permettent de décharger 200 wagons chargés de 2,300 tonnes en dix heures de travail. Les appareils mécaniques sont groupés dans trois tours établies le long du quai à des intervalles suffisants pour permettre le chargement simultané de trois navires. Les magasins à transporteurs sont placés entre ces tours le long du quai. Un grand magasin à élévateur à silos verticaux est en arrière, et les magasins sans outillage de manutention forment une troisième ligne parallèle.

La Société des chemins de fer du Sud-Est possède également, dans un certain nombre de ses gares, des bâtiments à deux étages pour l'emmagasinage des grains, soit en sacs, soit en vrac.

Enfin, le chemin de fer de Moscou-Kazan dit avoir sur son réseau un grand nombre de magasins à blé, à un et à deux étages, et, à Moscou, un magasin principal, pouvant contenir 20,000 tonnes de grains, dont les élévateurs et transporteurs sont actionnés par l'électricité.

Ateliers et outillage des ateliers. — Parmi les nombreux modèles, plans, appareils et machines-outils se rapportant aux ateliers des chemins de fer russes et à leur outillage, nous devons mentionner :

1° *Modèle de l'atelier de montage des locomotives des ateliers Alexandrowsky, du chemin de*

fer Nicolas. — Cet atelier est desservi par un chariot à fosse transversal aux fosses de réparation placées de chaque côté du chariot. La couverture est à fermes métalliques à deux versants. L'éclairage est produit par de grandes fenêtres latérales percées dans des murs épais et par un vitrage, de grande surface, en forme de V renversé, le long du faîtage. Des grues à portique du type ordinaire servent à lever des machines, mais pour faciliter les manœuvres et les transports chaque fosse de montage est desservie par un pont roulant supérieur et en outre deux appareils de levage, accrochés à la charpente, contre les colonnes intermédiaires qui la supportent, circulent de chaque côté du chariot à fosse dans toute la longueur de l'atelier. Cette disposition évite de faire mouvoir le chariot pour le transport d'objets de poids moyen et permet d'installer des appareils de levage dans un emplacement qui en est souvent dépourvu.

2° *Modèle de l'atelier des wagons d'Alexandrowsky.* — Ce modèle nous montre un bâtiment également à charpente en fer, mais la toiture est ici disposée en dents de scie, et tous les pans verticaux sont vitrés.

3° *Modèle de la forge des ateliers d'Oufa* (réseau de l'État de Samara-Zlotoousk). — Ce modèle nous fait connaître une forge se servant uniquement de résidus de pétrole comme combustibles : 5 fours à pétrole suffisent pour alimenter 30 enclumes et 2 pilons de 250 et 500 kilogrammes.

3° *Plan des ateliers de Kroukoff.* — Les ateliers de Kroukoff-sur-Dniéper, actuellement en construction, ont été projetés de façon à suffire à l'entretien du matériel roulant de la ligne de l'État Kharkow-Nicolaew qui, au 1er janvier 1900, avait une étendue de 1,270 kilomètres et un parc composé de 433 voitures et 7,062 wagons.

Le plan d'ensemble (fig. 8) montre la disposition générale adoptée. Un embranchement relie les voies principales du chemin de fer à un faisceau de voies reliées par des aiguilles à leurs deux extrémités et aux voies de l'atelier parallèles au faisceau et communiquant entre elles par des chariots transversaux.

Les bâtiments, contenant les bureaux, magasins et ateliers, sont disposés sur trois lignes. Leurs murs sont en briques; leur couverture est formée de deux épaisseurs de voliges séparées par du feutre et recouvertes de tôle galvanisée.

L'éclairage des grands ateliers est obtenu en disposant en saillie sur les longs pans des couvertures des châssis vitrés à deux versants. Par suite de leur double inclinaison ces vitrages ne sont pas recouverts par la neige. Les bâtiments sont chauffés à la vapeur.

Une station, placée au centre des ateliers, renferme 6 chaudières type locomotive, timbrées à 8 atmosphères, 2 machines compound à soupapes, marchant à 90 tours, de 120 chevaux chacune, et une troisième machine compound et à soupapes, de 60 chevaux, marchant à 100 tours. Chaque machine à vapeur commande par courroie un alternateur produisant un courant triphasé à 50 périodes et à 210 volts. Ce courant est employé au transport de l'énergie dans les divers ateliers et à leur éclairage au moyen de 660 lampes à incandescence et de 60 lampes à arc.

4° *Plan des ateliers centraux de Vélikie-Louki.* — Les ateliers centraux de Vélikie-Louki sont construits par la Compagnie privée du Chemin de fer de Moscou-Windau-Rybinsk,

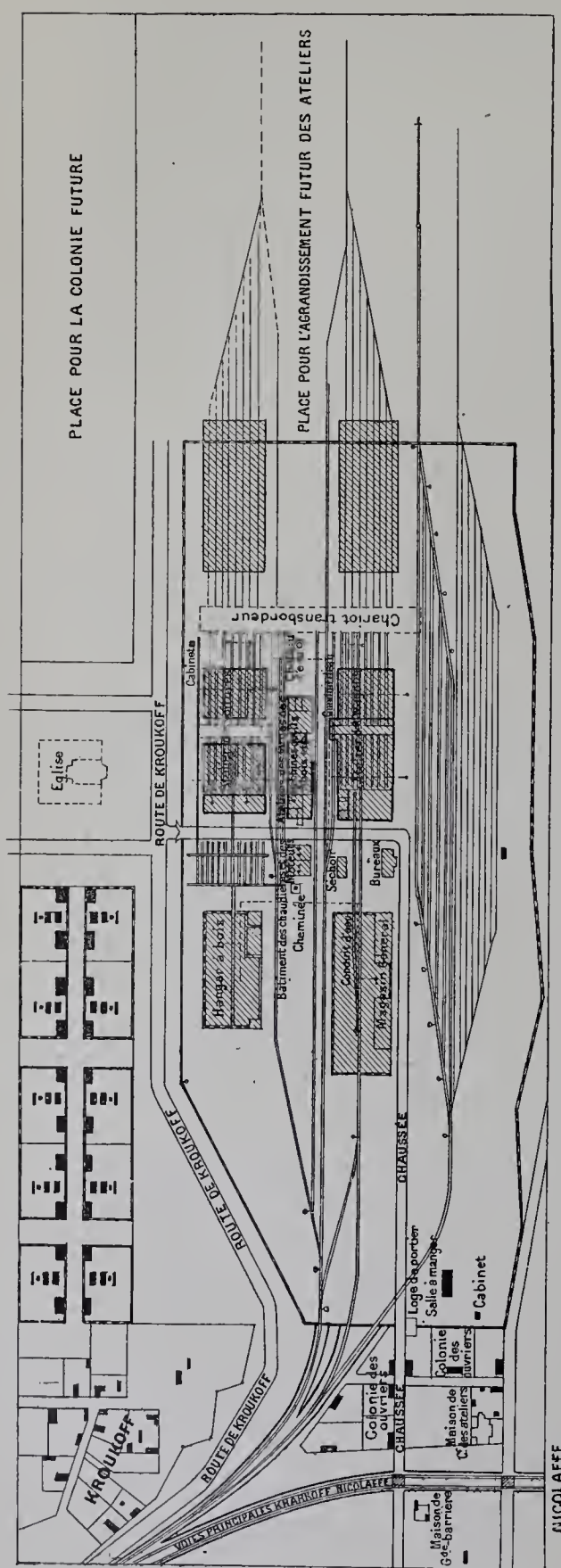


Fig. 8. — Plan des ateliers de Kroukoff.

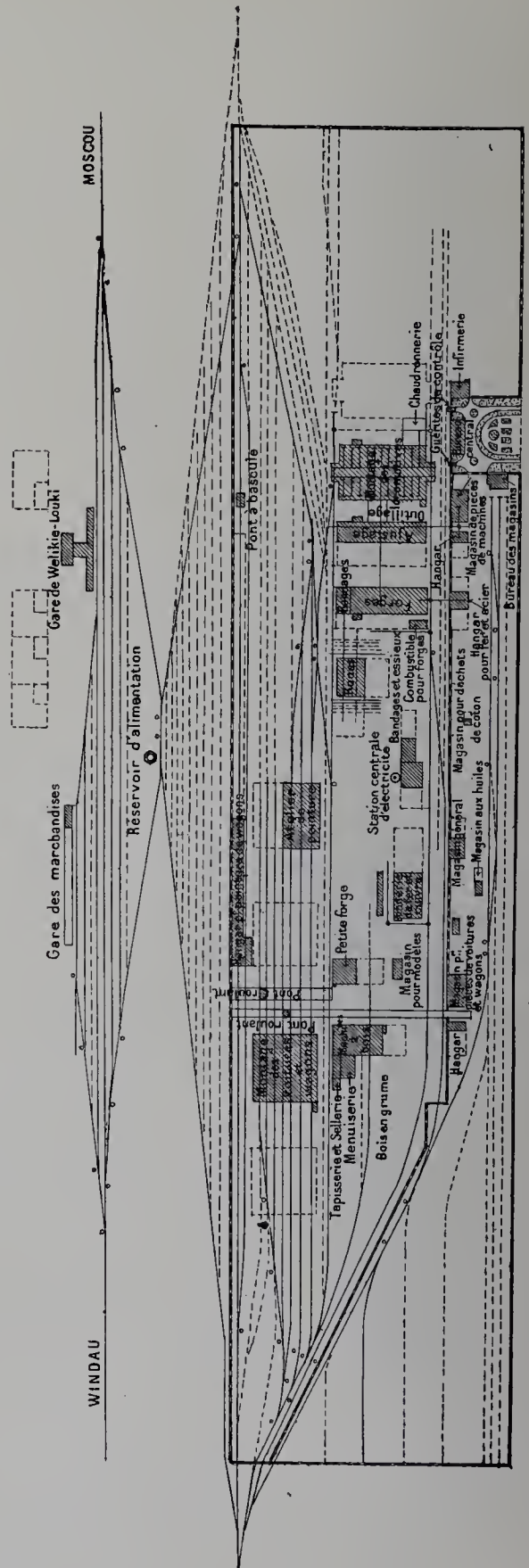


Fig. 9. — Gare et ateliers de Velikie-Louki (plan général).

pour réparer tout le matériel de lignes, d'une étendue totale de 2,519 kilomètres, au centre desquelles ils se trouvent.

La figure 9 en montre le plan d'ensemble.

Le programme d'après lequel ils ont été étudiés est le suivant :

1° Affecter à chaque nature de travail un atelier pouvant fonctionner indépendamment des autres;

2° Grouper les ateliers de façon à réduire autant que possible les transports des pièces;

3° Permettre les agrandissements ultérieurs sans modifier les méthodes de travail;

4° Éviter à l'intérieur des ateliers les cloisons et installations qui favorisent la production des incendies; dans le même but les séparations indispensables seront faites en tôle ondulée ou en grillage métallique, et les bureaux surélevés des contremaîtres en matériaux incombustibles;

5° Eclairer largement les ateliers au moyen de fenêtres latérales et de vitrages disposés soit en saillie sur les versants, soit sur les pans regardant le nord des combles en shed;

6° Séparer les magasins généraux d'approvisionnement des ateliers;

7° Diminuer autant que possible la main-d'œuvre au moyen d'appareils mécaniques, mus par l'électricité.

A leur début ces ateliers doivent correspondre à un effectif de 250 locomotives compound (tandem et Vauclain), 136 voitures, la plupart sur bogies, et 4,000 wagons à marchandises, du type normal russe sur deux essieux.

D'après les plans exposés le programme ci-dessus a été rempli; il convient de signaler encore les particularités suivantes :

Malgré l'augmentation des dépenses qui en a été la conséquence pour un atelier de moyenne importance, un bâtiment distinct a été affecté à chaque spécialité de travaux : montage des locomotives (à 22 fosses desservies par un chariot à fosse transversal); ajustage et machines-outils à fer; forges; chaudronnerie; ateliers des roues; fonderie de fonte et de bronze; et, pour le matériel roulant : scierie; menuiserie et garnissage; petite forge; atelier de montage des voitures et wagons; peinture des voitures; peinture des wagons. Ces trois derniers ateliers sont desservis par des chariots transversaux extérieurs, l'un d'eux assez large pour recevoir les voitures à bogies.

Afin que les matières approvisionnées dans le magasin général soient aussi peu éloignées que possible des ateliers qui les élaborent ou les utilisent, le magasin général comprend 9 bâtiments différents, distribués sur une bande de terrain placée contre l'un des plus longs côtés des ateliers, parallèlement à la direction des voies. Il a été ainsi possible de placer le magasin des pièces de locomotives en face du montage et de l'ajustage, le magasin des pièces de voitures et wagons en face du groupe des bâtiments du matériel roulant.

La force motrice et l'éclairage des ateliers sont produits par une station centrale électrique comprenant 3 chaudières tubulaires de 150 mètres carrés timbrées à 10 at-

IMPRIMERIE NATIONALE.

mosphères; trois machines à vapeur, verticales et compound, de 120 chevaux chacune, faisant 200 tours par minute. Ces machines actionnent des dynamos à courant continu produisant chacune 450 ampères à la tension de 220 volts.

L'éclairage comprendra tout d'abord 600 lampes à incandescence et 40 lampes à arc de 9 ampères.

Pour les machines-outils, les types les plus robustes et à plus grand rendement ont été choisis de préférence; ces machines proviennent presque toutes de constructeurs russes.

Ces ateliers pourront occuper 500 à 600 ouvriers.

Outillage des ateliers. — La Section russe renfermait, tant à Vincennes qu'au Champ de Mars, un grand nombre de machines-outils, appareils et dispositifs employés pour les ateliers de chemins de fer; nous devons nous borner à citer les principaux de ces objets.

Bascule système Rikowsky. — Cette bascule est destinée à remplir le même but que les bascules Erhardt, c'est-à-dire à permettre d'effectuer les pesées par essieux, sans avoir besoin de déplacer la locomotive ou le véhicule à peser.

Cette bascule se meut sur une voie spéciale établie au-dessous et en dedans de la voie normale. La force de ces bascules est de 16,000 kilogrammes et l'exactitude des pesées est de 1/500.

Appareil pour changer les essieux de wagons du chemin de fer Koursk-Karkhoff-Sébastopol. — Cet appareil permet de changer les roues d'un wagon qui se trouve sur une voie entre d'autres wagons ne permettant pas de passer les roues; il se compose de deux petits chariots bas roulant sur des rails placés perpendiculairement à la voie sur laquelle se trouve le wagon levé.

Machine système Heinz pour faire les cannelures dans les joints en cuivre. — Ces joints se composent de bandes de cuivre cannelées que l'on serre entre les surfaces à joindre. Cette machine se compose essentiellement de deux cylindres rainés entre lesquels on lamine les bandes.

Machine à tailler les fraises de forme, système Holst.

Fraiseuse mobile Adrianoff pour dresser les orifices de la table des tiroirs de distribution.

Machine à aléser sur place les boîtes à graisse. — Cette machine consiste en une barre d'alésage guidée par un support qui se monte sur les longerons de la locomotive dont les coussinets doivent être réalésés.

Machine à aléser les trous des barres d'attelage, système Heinz.

Machine à aléser ou à raboter circulairement les attaches du cylindre à la chaudière, système Adrianoff (réseau du Sud-Ouest). — Cette machine se compose d'un plateau avec une coulisse à profil cylindrique.

Vérin pour changer les roues des locomotives, système Chestakowsky. — Ce vérin est analogue à ceux en usage dans beaucoup de dépôts français; il consiste en un vérin

mobile établi au fond d'une fosse perpendiculaire à la voie sur laquelle repose la locomotive.

Collection d'outils (tarauds, forets en hélice et fraises diverses), *bielle de locomotive* et *coulisse de distribution,* objets exposés par le Chemin de fer de Moscou-Kazan.

Machine à rectifier les portées des manivelles des essieux coudés; le porte-outil de cette machine est animé d'un mouvement circulaire.

Deux machines à couler les plombs, exposées par les Ateliers de Poltawa. — L'une de ces machines est munie de lingotières refroidies par un courant d'eau, ce qui permet de couler 40,000 plombs en 10 heures avec deux hommes.

Machine portative pour aléser sur place les cylindres de locomotives; ventilateur actionné par un moteur électrique et des *pièces de fonderie,* exposés par les Ateliers du Chemin de fer de Moscou-Kiew-Voronège.

La plupart de ces machines-outils et appareils reproduisent les dispositions générales des objets similaires employés depuis longtemps par les chemins de fer de l'Europe occidentale. Leur ensemble montre que les ingénieurs russes suivent attentivement ce qui se fait à l'étranger pour l'agencement des ateliers et leur outillage, et coopèrent aux progrès de la construction.

FINLANDE.

Superficie	373,604 kilomètres carrés.
Population	2,667,000 habitants (en 1899).

La première ligne de chemin de fer de la Finlande fut celle d'Helsingfors à Tavastehus, d'une longueur de 108 kilomètres. Approuvée par l'empereur, en mars 1857, elle fut construite par l'État et ouverte en janvier 1862.

En 1870, fut mise en service la ligne reliant la capitale du duché à Saint-Pétersbourg, de telle sorte qu'à la fin de ladite année la longueur du réseau était de 478 kilomètres. Cette longueur a atteint 904 kilomètres fin 1880, 1,895 kilomètres fin 1890 et 2,906 kilomètres fin 1899.

Dans ces chiffres sont compris quelques lignes privées et les raccordements industriels, ce qui explique la différence avec les longueurs publiées par l'*Aperçu statistique des chemins de fer russes.*

Ces 2,906 kilomètres se répartissent en 2,649 kilomètres appartenant à l'État et exploités par lui, et 257 kilomètres à des compagnies privées.

Trois lignes, d'une longueur totale de 298 kilomètres, appartenant à l'État, étaient en construction à cette dernière date.

Le réseau de l'État (de 2,649 kilomètres) comportait 77 kilomètres seulement à double voie. Malgré les objections vives et répétées lors de la construction de chaque ligne nouvelle, la voie de tout le réseau de l'État a ses rails posés à l'écartement normal de la voie russe, c'est-à-dire de 5 pieds anglais, soit 1 m. 524; mais, dans un but d'économie, la plupart des lignes ont été établies avec des rails légers (22 kilogr. 3), ce

qui oblige parfois, au passage d'une ligne à l'autre, de réduire le chargement des wagons; aussi, lorsque l'augmentation du trafic le permet, ces rails légers sont-ils remplacés par des rails de 25 et même de 30 kilogrammes le mètre.

Deux des sept lignes privées, d'une longueur de 105 kilomètres, sont à voie étroite.

Le matériel du réseau de l'État comprenait, à la fin de l'année 1899 : 268 locomotives, 527 voitures à voyageurs (dont 23 pour prisonniers), 125 fourgons, 7,557 wagons à marchandises.

Les voitures mises en service sur la première ligne construite étaient à compartiments séparés, mais les types des voitures et wagons sont maintenant analogues à ceux du matériel russe.

Le nombre moyen des places par voiture était, à la fin de l'année 1899, de 32.3 et le tonnage moyen par wagon de 8 tonnes 7.

En raison du développement du trafic, la décision était prise d'augmenter ce matériel de 120 locomotives, 200 voitures et 3,250 wagons.

Les sept ateliers d'entretien du réseau de l'État ne construisent qu'un très petit nombre de locomotives, de voitures et de wagons; le matériel doit donc être importé et fréquemment la Finlande demande ses locomotives aux États-Unis, en admettant complètement le type de construction américain. C'est ainsi qu'une locomotive, construite par les établissements Richmond pour les chemins de fer finlandais, eût figuré à Vincennes si elle n'y était pas parvenue longtemps après la clôture des opérations du Jury.

Le grand-duché de Finlande participait à la Classe 32 uniquement par l'exposition de documents statistiques et graphiques d'où nous avons extrait les renseignements qui précèdent.

SERBIE.

Superficie	48,303 kilomètres carrés.
Population	2,493,700 habitants (en 1900).

La première ligne serbe fut ouverte en septembre 1884; à la fin de ladite année, le réseau exploité comprenait déjà 253 kilomètres. Ce nombre était porté à 540 à la fin de l'année 1888; il resta sans augmentation jusqu'en 1896, année pendant laquelle il s'augmenta de 20 kilomètres. Au 31 décembre 1899, le réseau exploité sur le territoire serbe comptait 578 kilomètres.

Les chemins de fer serbes sont exploités par l'État depuis 1890.

A la fin de 1895, le matériel roulant de l'État se composait de 42 locomotives et de 1,158 voitures et wagons. Tout ce matériel avait été importé. Pendant cet exercice, le parcours total kilométrique avait été de 1,219,701 kilomètres-trains, avec une composition moyenne de 19.9 véhicules.

SUÈDE.

Superficie..... 447,862 kilomètres carrés.
Population..... 5,137,000 habitants (en 1900).

Historique et développement des chemins de fer. — Le premier chemin de fer fut ouvert en 1856 (ligne de Köping-Hult).

Le développement du réseau est indiqué par le tableau ci-dessous :

ANNÉES. (31 DÉCEMBRE.)	ÉTENDUE KILOMÉTRIQUE.		
	LIGNES DE L'ÉTAT.	LIGNES PRIVÉES.	TOTAL.
1860	303	204	507
1865	869	416	1,285
1870	1,118	590	1,708
1875	1,515	2,169	3,681
1880	1,956	3,923	5,879
1885	2,385	4,505	6,890
1890	2,613	5,405	8,018
1895	3,269	6,486	9,755
1899	3,767	7,157	10,924

En mars 1900, la Suède avait environ 11,000 kilomètres en exploitation et environ 2,000 en construction. Relativement au chiffre de sa population, la Suède possède déjà plus de voies ferrées que tout autre pays d'Europe; elle a, en effet, 21 kilomètres de lignes par 10,000 habitants. Par rapport à sa superficie, elle n'a, il est vrai, que 2 km. 5 par 100 kilomètres carrés.

C'est surtout à partir de 1872 que la construction des lignes privées s'est activement poursuivie.

Les chemins de fer privés se répartissent entre environ cent cinquante propriétaires; les sept plus importants ont une longueur de 150 à 478 kilomètres. On tend à grouper certaines de ces lignes sous une administration commune.

Voie. — Sauf sur quelques dizaines de kilomètres, tous les chemins de fer suédois sont à voie unique.

Tous les chemins de fer de l'État sont à voie normale (1 m. 435) ainsi que 63.4 p. 100 de la longueur des lignes privées. A la fin de l'année 1899, la Suède possédait en tout 8,304 kilomètres de voies normales et 2,620 kilomètres de voies étroites. De ces dernières, 69.7 p. 100 ont une largeur de 0 m. 891; 18.4 p. 100 une largeur de 1 m. 067; les 11.91 p. 100 restant se partagent entre cinq types différents, dont le plus petit (0.600) existe sur 94 kilomètres.

Sur les lignes de l'État (à voie normale) le poids par mètre des rails varie de 27 kilogr. 5 à 40 kilogr. 5. Sur les lignes privées le poids varie de 27 kilogr. 2 à 40 kilogr. 5 pour les voies normales et de 9 à 21 kilogr. 5 pour les voies étroites.

La majeure partie des voies de l'État est en rails d'acier. Les rails des lignes privées sont en fer ou en acier. Les rails sont généralement importés d'Allemagne, d'Angleterre ou de Belgique.

Sur les lignes principales les rampes les plus fortes sont en général de 10 millimètres et le plus petit rayon des courbes de 300 mètres.

Les traverses sont en bois; on commence à les imprégner.

Matériel roulant. — L'effectif actuel du matériel roulant était le suivant fin 1899[1] :

	LIGNES DE L'ÉTAT.	LIGNES PRIVÉES.	TOTAL.
Locomotives	550	650	1,200
Voitures à voyageurs	1,100	1,400	2,500
Wagons à marchandises	14,000	16,000	30,000

L'emploi des locomotives compound se développe; on a construit quelques locomotives à huit roues couplées et à bogie, pesant 75 tonnes, pour la remorque des trains de minerais. La houille consommée est d'origine anglaise (pour la plus grande partie) ou suédoise, provenant des mines de la Scanie. On essaie actuellement des briquettes fabriquées avec cette dernière houille.

Sur le réseau de l'État et sur les principales lignes privées, on a mis en service, depuis 1891, des voitures à couloir latéral et à intercommunication, montées sur bogies. Dans la composition des grands trains entrent le jour des wagons-restaurants et la nuit des wagons-lits.

Le chauffage est produit par des appareils en fonte, à ailettes, placés sous les banquettes; l'air pris à l'extérieur s'échauffe au contact de ces appareils chauffés eux-mêmes par de la vapeur venant de la locomotive. Sur l'État, l'éclairage est obtenu par du gaz d'huile, d'après le système Pintsch.

Parmi les wagons, il faut citer ceux à trois essieux, pour le transport des minerais; un certain nombre d'entre eux ont des caisses en tôle. La capacité est maintenant portée

[1] D'après l'*Exposé statistique* publié à propos de l'Exposition universelle de Paris de 1878, la situation en octobre 1877 était la suivante :

	LIGNES DE L'ÉTAT.	LIGNES PRIVÉES.	TOTAUX.
Longueur des lignes en exploitation (kilomètres)	1,591	2,323	4,914
Nombre des locomotives	243	279	522
Nombre des voitures à voyageurs et de la poste	636	690	1,326
Nombre des fourgons à bagages et wagons à marchandises	6,317	7,150	13,467

à 16 et 18 tonnes pour les wagons à deux ou trois essieux et à 35 et même à 45 tonnes pour certains wagons spéciaux.

Le matériel des trains express (dont la vitesse de pleine marche atteint 90 kilomètres) est muni des freins automatiques Koerting et Smith-Hardy. Les wagons de certains trains à minerais sont pourvus du frein Westinghouse.

Indiquons en terminant l'importance du trafic; en 1897, par kilomètre moyen du réseau, le mouvement des voyageurs a été de 68,000 voyageurs-kilomètres et le mouvement des marchandises de 113,000 tonnes-kilomètres.

Voici les chiffres approximatifs de l'exercice 1899 :

DÉSIGNATION.	ÉTENDUE MOYENNE EXPLOITÉE.	NOMBRES EN MILLIONS	
		DE VOYAGEURS-KILOMÈTRES.	DE TONNES-KILOMÈTRES.
	kilomètres.		
Lignes de l'État	3,720	416	722
Lignes privées	6,880	342	617
TOTAUX	10,600	758	1,339

La Suède possède actuellement des ateliers bien outillés qui, non seulement peuvent suffire en général aux besoins des chemins de fer du pays, mais peuvent exporter; voici les principaux:

Les ateliers de la Société anonyme de Motala (en Ostrogothie), fondés en 1823, construisent des locomotives depuis 1861; leur production actuelle atteint près d'une locomotive par semaine. Ils occupent environ 1,150 ouvriers.

Les fonderies et ateliers de Trollhättan (en Vestrogothie), créés en 1847, se sont adonnés spécialement à la construction des locomotives à partir de 1875. Ils peuvent en fabriquer environ cinquante par an; leur personnel compte 800 ouvriers environ.

Les ateliers de la Société anonyme Atlas, à Stockholm, fondés en 1873, construisent des locomotives et des voitures; ils ont 700 à 800 ouvriers.

Les ateliers de la Société anonyme des ateliers mécaniques de Kockum, à Malmö, fondés en 1840, emploient de 900 à 1,000 ouvriers, et fournissent depuis quarante-cinq ans des voitures et des wagons aux chemins de fer de l'État suédois.

Les ateliers de Gothembourg (400 ouvriers), ceux de Karlstad et de Kristinehamm (500 ouvriers) et six autres de moindre importance fabriquent également les wagons et le matériel des chemins de fer et des tramways.

Il faut noter que tous ces ateliers fabriquent en même temps d'autres objets : chaudières et machines à vapeur, pompes, appareils de mines et de métallurgie, turbines, même des bateaux (Kockum et Motala). Néanmoins, eu égard au développement limité de ses voies ferrées, il nous semble que la Suède est maintenant à même de suffire à ses propres besoins.

Un seul exposant suédois figurait à la Classe 32 : la Société anonyme de la fabrique de Husqvarna (près de Jönköping) dont les ateliers, fondés en 1697 pour la fabrication des fusils, occupent actuellement 1,100 ouvriers, avec 655 machines, à la fabrication d'armes à feu, de bicyclettes, de machines à coudre et d'objets divers.

Cette Société avait exposé une draisine à quatre roues, pouvant porter trois personnes, entièrement en métal, d'une construction solide et soignée. Cette draisine se distinguait par son mécanisme moteur : sur l'essieu d'avant sont enfilés deux pignons engrenant l'un en dessus, l'autre en dessous de l'essieu, avec deux crémaillères circulaires montées à la partie inférieure d'un balancier. Les poignées de ce balancier sont actionnées par la ou les personnes assises sur l'unique banquette de l'appareil. Les deux pignons sont reliés à l'essieu par des encliquetages disposés de telle sorte que la rotation de l'essieu se produit toujours dans le même sens bien que le mouvement oscillatoire du balancier et de ses crémaillères imprime aux deux pignons des mouvements de rotation de sens contraires et alternatifs.

Grâce aux encliquetages, le balancier est immobile lorsque la draisine roule sur une pente ou par l'effet de l'impulsion reçue. L'agent qui conduit la draisine peut alors se reposer.

Les autres avantages réclamés sont que : la force agit directement sur l'arbre du moteur, l'amplitude du mouvement des poignées peut varier selon la taille de l'agent, enfin il n'y a pas de point mort.

SUISSE.

Superficie..... 41,424 kilomètres carrés.
Population..... 3,313,800 habitants (au 1er décembre 1900).

Historique et développement des chemins de fer suisses. — Les premières concessions de chemins de fer ont été accordées en 1845, et la première section de ligne ouverte à l'exploitation en 1847.

Le tableau suivant montre le développement successif des voies ferrées construites sur le territoire suisse (longueurs exploitées) :

SITUATION AU 31 DÉCEMBRE.

DÉSIGNATION.	ANNÉES.				
	1866.	1869.	1879.	1889.	1899.
	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.
Chemins de fer proprement dits.....	1,329 958	1,378 911	2,562 019	3,106 023	3,802 828
Funiculaires.....	"	"	2 115	7 424	22 120
Tramways.....	5 740	5 740	12 130	31 204	170 117
Totaux.....	1,335 698	1,384 651	2,576 264	3,144 651	3,995 065

Dans le nombre des kilomètres de chemins de fer exploités, fin 1899, les chemins de fer à crémaillère (en tout ou partie), à vapeur ou à traction électrique entrent pour les longueurs indiquées ci-après :

Traction par locomotives à vapeur.— 3 chemins de fer à voie de 1 m. 435, exploitant ensemble 25 kilom. 987, dont 19 kilom. 891 à crémaillère;

21 chemins de fer à voie de 1 mètre, exploitant 511 kilom. 166, dont 23 kilom. 145 à crémaillère;

6 chemins de fer à voie de 0 m. 800, exploitant 53 kilom. 663, dont 53 kilom. 663 à crémaillère;

1 chemin de fer à voie de 0 m. 750, exploitant 13 kilom. 535.

Traction électrique.— 1 chemin de fer à voie de 1 m. 435, exploitant 3 kilom. 899;

8 chemins de fer à voie de 1 mètre, exploitant ensemble 51 kilom. 586, dont 13 kilom. 596 à crémaillère.

Il y avait donc en Suisse, fin 1899, 110 kilom. 9 de voies exploités à l'aide de crémaillères.

Sauf quatre, tous les chemins de fer à crémaillère ou à voie étroite, dont la traction se fait au moyen de locomotives à vapeur, étaient construits lors de l'Exposition de 1889; cinq chemins de fer à traction électrique lui sont postérieurs.

Funiculaires. — Le premier funiculaire de la Suisse, celui de Lausanne-Ouchy, fut concédé en 1871; le second (Giessbachbahn) fut concédé en 1878; le troisième (Territet-Glion) en 1881 et le quatrième (Gütschbahn à Lucerne) fut mis en exploitation en 1884.

Fin 1899, vingt-cinq funiculaires ayant une longueur de 22 kilom. 120 étaient en exploitation; ils étaient mis en action : quatorze par des contrepoids d'eau, un par turbine, un par moteur à benzine, neuf par des moteurs électriques.

Tramways. — Les premiers tramways (de Genève et de Bienne) furent concédés en 1875, puis ceux de Zurich le furent en 1882.

Dès 1879, on fit à Genève des essais de traction mécanique par une locomotive à vapeur. En 1884, fut concédé le tramway de Vevey à Chillon, qui reçut en 1888 la première application faite en Suisse de la traction électrique. La traction électrique fit prendre à la construction des tramways un très grand et rapide développement. De 1890 à 1899, vingt lignes de tramways électriques à voie de 1 mètre et une ligne à voie de 1 m. 445 furent concédées et mises en exploitation.

La situation des tramways suisses, fin 1899, était la suivante :

		kilom.	kilom.
1° Tramways à traction animale ou par locomotives à vapeur.	A voie de 1m 445 (Tramways de Genève, Bienne et Zurich)	28 881	33 637
	A voie de 1 mètre (Tramways de Berne)	4 756	

		kilomètres.	kilomètres.
2° Tramways à traction animale.	A voie de 0^m600 (Tramways de Bellavista-Monte Generoso).....	0 540	0 991
	A voie de 0^m 500 (Tramways de Murren).....	0 451	
3° Tramways à moteur à air comprimé.	A voie de 1 mètre (Tramways de Berne).....	2 927	2 927
4° Tramways à moteur électrique.	A voie de 1 mètre (22 réseaux de tramways).....	138 273	138 741
	A voie de 0^m 800 (Tramways de Riffelalp-Zermatt)....	0 468	
5° Ligne à crémaillère, moteur électrique.	A voie de 1 mètre (Tramways de Trait-Planches).	0 392	0 392
	TOTAL GÉNÉRAL.....		176 668

Ce chiffre (176 kilom. 688) se réduit à 170 kilom. 117 en supprimant les tronçons communs, c'est-à-dire parcourus par les voitures de plusieurs administrations et en déduisant les tronçons situés sur territoire étranger.

Développement du matériel. — Le développement du matériel de traction et de transport du réseau suisse est indiqué par les chiffres du tableau suivant :

SITUATION AU 31 DÉCEMBRE.

DÉSIGNATION.	ANNÉES.				
	1866.	1869.	1879.	1889.	1899.
1° CHEMINS DE FER.					
Locomotives à vapeur.....	226 (1)	233 (1)	543 (1)	708 (2)	1,108 (3)
Locomotives électriques ou voitures automotrices.....	//	//	//	//	63 (4)
Voitures à voyageurs.....	834	885	1,650	1,992	2,761
Fourgons à bagages.....	172	3,570	//	368	540
Wagons à marchandises.....	3,364		8,545	9,156	13,155
2° FUNICULAIRES.					
Voitures à voyageurs.....	//	//	12	29	63
Wagons à marchandises.....	//	//	16	16	18
3° TRAMWAYS.					
Locomotives à vapeur.....	//	//	1	6	7
Chevaux.....	//	//	162	258	255
Voitures à voyageurs.....	//	//	47	109	455
Wagons à marchandises.....	//	//	//	10	20

(1) Dont 18 à crémaillère. — (2) Dont 38 à crémaillère. — (3) Dont 84 à crémaillère. — (4) Dont 14 à crémaillère.

Traction électrique. — Parmi les pays européens, la Suisse, en raison de ses

nombreuses chutes d'eau, se trouvait être un des mieux doués pour les applications de la traction électrique.

Comme nous venons de le dire, le tramway de Vevey à Chillon était, dès 1888, équipé électriquement; le tramway de Stansstadt-Stans le fut en 1893; à partir de cette époque, jusque fin 1899, dix-huit réseaux de tramways adoptèrent la traction électrique.

La longueur totale des lignes de tramways à traction électrique se développa comme suit :

	LONGUEUR EXPLOITÉE. — kilom.		LONGUEUR EXPLOITÉE. — kilom.
1888 à 1891 inclus.....	10.374	1896.....	49.662
1892.....	10.490	1897.....	92.798
1893.....	13.495	1898.....	125.484
1894.....	23.879	1899.....	139.741
1895.....	30.330		

La première application à des chemins de fer proprement dits fut faite en 1891 aux lignes de montagne à voie de 1 mètre de Grütschalp-Mürren et de Sissach-Gelterkinden; puis, en 1894, à la ligne à voie normale d'Orbe à Chavornay; la traction électrique est appliquée, en 1898, à sept lignes à voie de 1 mètre; puis, en 1899, à la ligne à voie normale de Burgdorf-Thun, de 40 kilom. 214 de longueur.

En raison de cette étendue et de l'adoption de moteurs à courant triphasé, sous 750 volts, cette dernière application compte parmi les plus intéressantes de la Suisse.

Voici quel a été, en résumé, le développement de la traction électrique pour les chemins de fer :

	LONGUEUR EXPLOITÉE. — kilom.		LONGUEUR EXPLOITÉE. — kilom.
1891 à 1893.....	7,427	1898.....	50,047
1894 à 1897.....	11,326	1899.....	96,091

En 1890, les deux funiculaires Bürgenstockbahn et Salvatorbahn (près Lugano) furent actionnés par des moteurs électriques; depuis cette époque, sept autres funiculaires sont mus par l'électricité.

Les chiffres suivants indiquent le développement de cette application :

DÉSIGNATION.	ANNÉES.					
	1890-1892.	1893-1894.	1895-1896.	1897.	1898.	1899.
Nombre des funiculaires à moteurs électriques.....	2	3	4	5	6	9
Longueur kilométrique totale.....	2.334	5.934	6.783	6.896	7.788	10.110

L'industrie de la construction en Suisse. — Dans une notice publiée à l'occasion de l'Exposition nationale suisse, qui eut lieu à Genève en 1896, l'Association des chemins de fer suisses (représentant onze administrations possédant 3,025 kilomètres de lignes) faisait connaître que, du 1er janvier 1885 au 31 décembre 1895, le matériel de ces lignes s'était accru de :

376 locomotives, dont 103 provenant de l'étranger; 809 voitures à voyageurs, dont 52 provenant de l'étranger; 4,233 fourgons et wagons dont 2,210 provenant de l'étranger.

Depuis 1895, la capacité de production des ateliers suisses s'est développée et nous estimons qu'ils sont maintenant capables de suffire aux besoins normaux du pays.

La Suisse possède en effet deux ateliers privés très importants, l'un pour la construction des locomotives de tous types, l'autre pour la fabrication des voitures à voyageurs, des wagons et des voitures de tramways. Des produits de l'un et de l'autre figuraient à l'Exposition.

Bien que se trouvant dans un pays qui ne possède ni houillères, ni usines métallurgiques, ces ateliers, grâce à la bonne qualité de leurs produits due à l'habileté de leur personnel et à leur outillage, ont réussi à se créer une importante clientèle étrangère.

La Société suisse pour la construction de locomotives et de machines, à Winterthur, a été fondée en 1871. Elle occupe actuellement 1,200 ouvriers à la fabrication des locomotives de tous types, de moteurs à gaz et de machines et chaudières à vapeur fixes. Elle se dit capable de produire 80 à 100 locomotives par an. Jusqu'au 31 mars 1900, elle avait livré 1,260 locomotives, dont 597 à voie normale, 221 à voie étroite, 303 pour tramways et 139 à crémaillère.

De ces 1,260 locomotives, 690 ont été fournies à des administrations suisses et 570 ont été exportées. De ces dernières, 141 ont été livrées à l'Italie, 90 à l'Allemagne, 85 à la Finlande, 70 à la France, 30 aux Pays-Bas; les autres se sont dispersées, on peut dire, dans tout le reste de l'Europe, en Syrie, au Brésil et au Japon.

La Société industrielle suisse, à Neuhausen, exploite des ateliers pour la construction du matériel roulant de chemins de fer et de tramways créés en 1854, auxquels s'est jointe, en 1857, une fabrique d'armes.

Pendant les dernières années, les ateliers de construction ont occupé environ 600 ouvriers et ont fourni non seulement la presque totalité du matériel nécessaire à la Suisse pour ses chemins de fer normaux, électriques et à crémaillère, pour ses tramways et pour son service des postes, mais encore des véhicules aux chemins de fer italiens de l'Adriatique, aux chemins de fer Éthiopiens et à la ligne à crémaillère de Lyon-Fourvière.

La production annuelle est évaluée de 200 à 300 voitures et de 800 à 1,000 wagons.

Une place suffisante ne lui ayant pas été attribuée, cette Société n'a pas cru pouvoir participer directement à l'Exposition; elle y a figuré par la voiture-tramway de Lucerne

sortant de ses ateliers et dont l'équipement électrique était construit et exposé par les Ateliers d'Oerlikon.

La section suisse comprenait huit exposants; l'un d'eux, M. l'ingénieur Camille Barbey, avait exposé des ouvrages intéressants, notamment sur les locomotives suisses, que nous ne pouvons malheureusement pas analyser ici.

Matériel et outillage des voies. — Crémaillères. — La Suisse est le pays où se trouvent les plus nombreuses applications de la traction par crémaillère pour la montée des fortes rampes.

En 1863, Riggenbach d'Olten prenait en France un brevet pour sa crémaillère à échelons, formée de deux barres de fer reliées par des broches, formant ainsi une sorte d'échelle couchée horizontalement dans l'axe de la voie. De 1869 à 1871, cet ingénieur appliquait cette crémaillère au chemin de fer reliant Vitznau au sommet du Righi.

De 1886 à 1888, fut montée sur le chemin de fer du Pilate la crémaillère système Locher, consistant en deux barres plates dentées, disposées à plat au milieu de la voie, la denture vers l'extérieur, dans lesquelles engrènent des roues à axe vertical disposées de chaque côté de la crémaillère. Un troisième système, dû à M. Roman Abt, de Lucerne, et qui a reçu de nombreuses applications, consiste à disposer verticalement dans l'axe de la voie une ou plusieurs crémaillères taillées dans des barres plates. Dans le cas de barres multiples, les dentures sont chevauchées. Les arbres des roues dentées motrices sont par suite parallèles aux essieux porteurs, comme dans le cas de la crémaillère Riggenbach. Cette crémaillère a reçu de nombreuses applications dont la première a été faite, en 1885, sur une ligne du Harz (Blankenburg à Tanne).

Crémaillère Strub. — La nouvelle crémaillère imaginée par M. Strub, ex-ingénieur du Contrôle fédéral, et exposée par lui au Champ de Mars, réunit, d'après son inventeur, la sûreté de la crémaillère du Pilate, la solidité du dispositif à échelons et la légèreté du système Abt.

La crémaillère Strub consiste en un rail Vignole, dont le champignon, assez élevé, se raccorde à l'âme par deux faces obliques. Une denture est taillée dans le champignon de ce rail, de façon à constituer une crémaillère. Le fond des dents est découpé en biseau, afin que le sable, les cailloux, la glace ne puissent pas y séjourner. Contre les parois obliques du champignon peuvent s'appliquer des pinces de sûreté qui empêchent le désengrènement et servent de guides latéraux et de freins de sûreté.

Cette crémaillère se prête bien à l'établissement des changements de voies. Un seul et même levier commande, au moyen de tringles et de renvois d'équerre, cinq bouts mobiles de crémaillère; les extrémités de quatre de ces bouts viennent recouvrir les rails de circulation, de telle sorte que les roues motrices restent engrenées et guidées sans interruption à travers les aiguillages. Il en est de même pour les pinces ou ancres des véhicules. La crémaillère se fixe aux traverses à l'aide des boulons et crapauds employés pour les rails. Pour éviter le cheminement de la crémaillère, les éclisses de celle-ci embrassent les crapauds. La surface et la profondeur de la denture Strub permettent

d'employer des locomotives n'ayant qu'une seule roue motrice à engrenage, ce qui est plus simple et plus sûr que la disposition à deux roues montées sur deux arbres parallèles ordinairement employée avec les autres systèmes de crémaillères.

La crémaillère Strub, adoptée pour le chemin de fer de la Jungfrau, pèse 38 kilogr. 8 par mètre; elle est en barres de 3 m. 500 de longueur, reliées par des éclisses en équerre pesant 7 kilogr. 94 l'une. Elle est fixée sur des traverses métalliques de 40 kilogr. 6 espacées de 1 mètre en voie courante et de 0 m. 500 aux joints des rails qui ont 10 m. 500 de longueur. Rappelons que la voie de la Jungfrau est à l'écartement de 1 mètre et que les rampes maxima atteignent 250 millimètres.

Draisines. — Les ateliers de construction et fonderies Oehler, à Aarau, exposaient :

1° *Draisine à quatre roues pour voie normale.* — Cette draisine comprend un châssis métallique soutenu à l'avant par l'essieu moteur et à l'arrière par deux roues de petit diamètre, indépendantes, réunies au châssis par des contreforts en tubes.

Le châssis est surmonté par un banc transversal en bois sur lequel trois personnes peuvent prendre place.

La translation de cet appareil est obtenue au moyen d'un levier vertical actionné par les bras et les jambes et transmettant le mouvement à l'essieu moteur par l'intermédiaire d'un jeu de bielles et d'un train d'engrenages à deux vitesses.

Les roues sont à jante en fer et rayons en fil d'acier; les roulements sont à billes.

Cette draisine est munie d'un frein à levier agissant sur les deux roues motrices; elle permet d'obtenir des vitesses de 12 kilomètres à l'heure sur une rampe de 12 millimètres et de 18 à 20 kilomètres en palier.

2° *Draisine à trois roues pour voie de 1 mètre.* — Le châssis est constitué par un cadre en cornières sur lequel sont montées d'un même côté, à l'avant, une roue porteuse et, à l'arrière, une roue motrice surmontée par un siège à une place, et de l'autre côté, une seconde roue porteuse.

Cette draisine, de même que la précédente, se manœuvre au moyen d'un levier actionné par les bras et les jambes et transmettant le mouvement à la roue motrice par l'intermédiaire d'une bielle, d'une manivelle et d'un train d'engrenages.

Les roues sont à jante en fer et rayons en fil d'acier, les roulements se font sur des coussinets ordinaires.

Un coffre monté vers l'axe longitudinal du cadre peut recevoir des outils ou objets divers.

Locomotives. — La Société suisse de construction de locomotives et de machines, à Winterthur, exposait à Vincennes :

1° Une locomotive, n° 116, compound à deux cylindres intérieurs, à deux essieux accouplés et bogie, avec tender à trois essieux, destinée à la traction des trains rapides du Nord-Est suisse;

2° Une locomotive, n° 336, compound à trois cylindres, à trois essieux accouplés et bissel type Adams, avec tender à trois essieux. Cette locomotive est destinée au chemin de fer du Jura-Simplon;

3° Une locomotive, n° 261, compound à quatre cylindres, à deux essieux accouplés et bogie. Cette locomotive, munie d'un tender à trois essieux, est destinée à la traction des trains express des chemins de fer du Central Suisse;

4° Une locomotive n° 6, à voie de 1 mètre, pour la Compagnie impériale des chemins de fer Éthiopiens. Cette locomotive est à simple expansion, à trois essieux accouplés et bissel à l'avant, elle est munie d'un tender monté sur deux bogies à deux essieux et est aménagée pour brûler du combustible liquide;

5° Une locomotive-tramway n° 22, construite pour la Compagnie nouvelle des tramways Lyon-Neuville et extensions. Cette locomotive est à trois essieux accouplés, le mouvement est du type Brown;

6° Une locomotive électrique à adhérence et à crémaillère, n° 4, construite pour la Compagnie du chemin de fer de Fourvières et Ouest-Lyonnais.

La Société de Winterthur exposait, en outre, un tableau de photographies des principaux types de locomotives exécutés dans ses ateliers.

Chrono-Tachymètres. — Indicateur-enregistreur de vitesse pour locomotives, système Hausshaelter, construit et exposé par M. le docteur G. Hasler, de Berne.

Cet appareil a reçu de très nombreuses applications en Europe; il est bien connu, il nous suffira de rappeler son principe fondé sur l'élévation, pendant un temps déterminé, d'un poids par un mécanisme commandé par une roue, ce qui produit une élévation proportionnelle au chemin parcouru par la locomotive. Le mouvement d'horlogerie, qui détermine la chute du poids, entraîne le papier sur lequel la vitesse est enregistrée.

Cet appareil est robuste et assez simple; il enregistre lisiblement sur la bande de papier les vitesses, les temps de marche et d'arrêt, et les distances parcourues.

Contrôleur de vitesse (tachygraphe), de MM. Peyer, Favarger et Cie, pour locomotives, tramways, etc. — Cet appareil indique la vitesse de marche par une aiguille qui se déplace devant un cadran et l'enregistre par des points piqués sur une bande de papier se déroulant proportionnellement au temps (0 m. 005 par minute). Son fonctionnement repose sur la variation des réactions produites par la denture d'une roue contre les becs d'un échappement. La roue dentée est reliée à une des roues de la locomotive ou du véhicule. L'ancre d'échappement est montée sur un cadre à ressort qui, sous l'influence des réactions, s'incline de plus en plus lorsque la vitesse augmente.

Cet appareil a, paraît-il, été installé sur un nombre notable de locomotives.

Voitures et matériel pour tramways. — Les Ateliers de construction d'Oerlikon exposaient une voiture destinée aux tramways de Lucerne, dont ils avaient fourni

l'équipement électrique; la voiture elle-même avait été construite par les ateliers de Neuhausen. Nous donnons dans les troisième et quatrième parties du rapport la description de la voiture et de son équipement électrique.

Ajoutons que les ateliers d'Oerlikon ont fourni des moteurs du type de ceux de la voiture exposée aux tramways ou lignes suisses de : Bâle (campagne), Murren, Zurich, Saint-Gall, Altstatten, Neuchâtel, Lucerne, Fribourg, Schaffhouse et Berne.

Sur ces diverses lignes, l'énergie est distribuée sous forme de courant continu à la tension de 550 à 650 volts.

Ces mêmes ateliers ont livré des moteurs pour courant triphasé à 500 volts au chemin de fer de la Jungfrau. Ils ont livré des moteurs à l'étranger, notamment en 1892, aux tramways de Marseille; en 1895, à ceux de Meckenbeuren-Tettnaug (Wurtemberg); en 1896, à ceux de Nischni-Novgorod.

MM. Joh. Jacob Rieter et Cie, de Winterthur, avaient exposé un électro-moteur de tramway d'une puissance de 25 chevaux. La description de ce moteur est donnée dans la quatrième partie du présent rapport.

DEUXIÈME PARTIE.

LOCOMOTIVES.

Le matériel de traction pour chemins de fer, exposé dans la Classe 32, comprenait 68 locomotives à vapeur dont 65 figurant à l'annexe de Vincennes.

Suivant la largeur des lignes qu'elles sont appelées à desservir, nous avons classé ces locomotives en deux grands groupes : dans le premier, de beaucoup le plus important (55), ont été réunies les locomotives pour voies larges (1 m. 435 et 1 m. 523) et dans le deuxième (10) les locomotives destinées aux lignes à voie étroite.

Chacun de ces groupes a été lui-même subdivisé en deux parties renfermant l'une, les locomotives munies d'un tender séparé, et l'autre, les locomotives-tender.

Enfin, dans un troisième groupe, nous avons rangé trois locomotives de destination toute spéciale (locomotive à crémaillère, locomotive-tramway et locomotive de manœuvres ou industrielle). Nous avons fait suivre les monographies de chaque groupe de tableaux donnant les principales conditions d'établissement et dimensions.

Les cinq locomotives électriques destinées à la traction sur les lignes de chemins de fer sont décrites dans la quatrième partie spéciale à la traction électrique.

Un certain nombre de locomotives pour voies larges, surtout parmi celles à trois essieux accouplés, étant aujourd'hui indistinctement employées à la remorque des trains de voyageurs ou de marchandises, il nous a semblé que les différences caractérisant les locomotives à voyageurs et à marchandises étaient actuellement beaucoup moins marquées qu'autrefois et qu'il convenait de réunir entre elles, pour leur comparaison, les locomotives possédant un même nombre d'essieux accouplés. Nous avons donc, dans les monographies qui suivent, ainsi que dans les tableaux résumant les dimensions principales des locomotives exposées, réuni ces dernières dans chacune des classifications considérées en les groupant suivant le nombre de leurs essieux accouplés. Pour indiquer en même temps le nombre total des essieux et le nombre des essieux couplés, nous avons adopté la formule employée en Allemagne, dans laquelle le nombre total des essieux est le dénominateur d'une fraction dont le numérateur est le nombre des essieux couplés.

Notre mode de classification met en tête du tableau la machine à roues libres du Midland et la fait suivre successivement par les différentes machines à deux essieux moteurs et à bogie à l'avant, désignées par la fraction 2/4, puis par les locomotives à trois essieux couplés 3/3, 3/4, etc. Nous avons classé les machines de même type d'après le diamètre des roues motrices, en mettant en tête la locomotive ayant les roues du plus grand diamètre. Les machines à simple expansion précèdent les compound et celles-ci se suivent d'après les nombres deux, trois et quatre de leurs cylindres.

IMPRIMERIE NATIONALE.

LOCOMOTIVES POUR VOIES LARGES

TYPES DES LOCOMOTIVES.	FRANCE.		ALLEMAGNE.		AUTRICHE.		BELGIQUE.	
	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.
1° Locomotives								
A 1 essieu moteur 1/4	//	//	//	//	//	//	//	//
A 2 essieux accouplés — et bogie 2/4. — Simple expansion	2	//	1	//	//	//	//	//
— et bogie 2/4. — compound — à 2 cylindres	//	//	//	1	//	1	//	//
— et bogie 2/4. — compound — à 4 cylindres (tandem)	//	//	//	//	//	//	//	//
— et bogie 2/4. — compound — à 4 cylindres (Vauclain)	//	1	//	//	//	//	//	//
— et bogie 2/4. — compound — à 4 cylindres	//	5	//	1	//	//	//	//
— Atlantic 2/5. — Simple expansion	//	//	//	//	1	//	//	//
— Atlantic 2/5. — Compound — à 2 cylindres	//	//	//	//	//	//	//	//
— Atlantic 2/5. — Compound — à 4 cylindres	//	1	//	1	//	//	//	//
— 2/6 Compound à 2 cylindres	//	//	//	1	//	//	//	//
— 2/7 Simple expansion	//	//	//	//	//	//	//	//
A 3 essieux accouplés — Simple expansion	1	//	//	//	//	//	//	//
— et 1 essieu porteur 3/4. — Simple expansion	//	//	//	//	//	//	2	//
— et 1 essieu porteur 3/4. — Compound — à 2 cylindres	//	1	//	//	//	//	//	//
— et 1 essieu porteur 3/4. — Compound — à 3 cylindres	//	//	//	//	//	//	//	//
— et 1 bogie 3/5. — Simple expansion	//	//	//	//	//	//	//	//
— et 1 bogie 3/5. — Compound — à 2 cylindres	//	//	//	1	//	1	//	//
— et 1 bogie 3/5. — Compound — à 4 cylindres	//	1	//	//	//	//	//	//
A 4 essieux accouplés — compound 2 cylindres	//	//	//	1	//	//	//	//
— et 1 essieu porteur 4/5 — compound 2 cylindres	//	1	//	//	//	1	//	//
A trains articulés. — Mallet 4/4 compound à 4 cylindres	//	//	//	//	//	//	//	//
— Mallet 4/5 compound à 4 cylindres	//	//	//	1	//	//	//	//
— Mallet 6/6 compound à 4 cylindres	//	//	//	//	//	//	//	//
Totaux	3	10	1	7	1	3	2	//
Totaux par pays	13		8		4		2	
2° Locomo								
A 2 essieux accouplés — et 1 essieu porteur 2/3 à simple expansion	//	//	//	//	//	//	1	//
— et 2 essieux porteurs 2/4 à simple expansion	1	//	1	//	//	//	//	//
— type Atlantic 2/5 à simple expansion	//	//	1	//	//	//	1	//
A 3 essieux accouplés — et 1 essieu porteur 3/4 à simple expansion	//	//	//	//	//	//	1	//
— et 2 essieux porteurs 3/5 compound à 2 cylindres	//	//	//	//	//	1	//	//
— et bogie 3/5 à simple expansion	1	//	//	//	//	//	//	//
A trains articulés Hagans 5/5 à simple expansion	//	//	1	//	//	//	//	//
Totaux	2	//	3	//	//	1	3	//
Totaux par pays	2		3		1		3	

DE 1 M. 435 ET 1 M. 523.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.		GRANDE-BRETAGNE.		HONGRIE.		ITALIE.		RUSSIE.		SUISSE.		TOTAL.			
SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.		
À TENDER SÉPARÉ.															
//	//	1	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1	//		1
//	//	2	//	//	//	1	//	//	//	//	//	6	//		
//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1	//	3		
//	//	//	//	//	//	//	//	//	1	//	//	//	1	19	
//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1		
//	//	//	1	//	//	//	//	//	//	//	1	//	8		
1	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	2	//		
//	//	//	//	//	1	//	//	//	//	//	//	//	1	5	26
//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	2		
//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1	1	
//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1	//	1	
//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	2	//	2	
1	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1	//		
//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1	3	
//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1	//	1		12
//	//	1	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1	//		
//	//	//	//	//	//	//	1	//	1	//	//	//	4	7	
//	//	//	//	//	//	//	1	//	//	//	//	//	2		
//	//	//	//	//	//	//	//	//	1	//	//	//	2		
//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	2		4
//	//	//	//	//	1	//	//	//	//	//	//	//	1		
//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1		3
//	//	//	//	//	//	//	//	//	1	//	//	//	1		
2	//	4	1	//	2	1	2	//	4	//	3	14	32		
2		5		2		3		4		3		TOTAL GÉNÉRAL			46
TIVES-TENDER.															
//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1	//		
//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	2	//		5
//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	2	//		
//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1	//		
//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1		3
//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1	//		
//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1	//		1
//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	8	1		
//		//		//		//		//		//		TOTAL GÉNÉRAL			9

LOCOMOTIVES POUR VOIES ÉTROITES.

TYPE DES LOCOMOTIVES.	FRANCE.		ALLEMAGNE.		AUTRICHE.		BELGIQUE.		ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.		GRANDE-BRETAGNE.		HONGRIE.		ITALIE.		RUSSIE.		SUISSE.		TOTAL.		
	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	
1° Locomotives à tender séparé.																							
A 3 essieux accouplés. 3/3 à simple expansion	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1	"	3
A 3 essieux accouplés. et un essieu porteur 3/4 à simple expansion	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1	"	1	"	
A 4 essieux accouplés 4/4 à simple expansion	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1	"	"	"	1	"	
Totaux	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1	"	1	"	3	"	
Totaux par pays	1		"		"		"		"		"		"		"		1		1		3		10
2° Locomotives-tender.																							
A 2 essieux accouplés et 1 essieu porteur 2/3 à simple expansion	"	"	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1	"	7
A 2 essieux accouplés et 1 essieu porteur 2/3 compound 2 cylindres.	"	"	"	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1	
A 3 essieux accouplés 3/3 à simple expansion	3	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	3	"	
A 3 essieux accouplés et 1 essieu porteur 3/4 à simple expansion	"	"	"	"	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1	"	
A 4 essieux accouplés 4/4 à simple expansion	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1	"	"	"	"	"	"	"	1	"	
Totaux	3	"	1	1	1	"	"	"	"	"	"	"	1	"	"	"	"	"	"	"	6	1	
Totaux par pays	3		2		1		"		"		"		1		"		"		"		Total général		10

LOCOMOTIVES SPÉCIALES.

TYPE DES LOCOMOTIVES.	ALLEMAGNE.		BELGIQUE.		SUISSE.		TOTAL.		
	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	
2/2 Locomotive de manœuvres	"	"	1	"	"	"	1	"	1
3/3 Locomotive-tramway	"	"	"	"	1	"	1	"	1
3/4 Locomotive à adhérence et à crémaillère compound 4 cylindres	"	1	"	"	"	"	"	1	1
Totaux	"	1	1	"	1	"	2	1	
Totaux par pays	1		1		1		Total général		3

RÉCAPITULATION.

DÉSIGNATION DES GROUPES.	FRANCE.		ALLEMAGNE.		AUTRICHE.		BELGIQUE.		ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.		GRANDE-BRETAGNE.		HONGRIE.		ITALIE.		RUSSIE.		SUISSE.		TOTAL.			
	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.	SIMPLE EXPANSION.	COMPOUND.		
Locomotives pour voies larges. — Locomotives à tender séparé	3	10	1	7	1	3	2	//	2	//	4	1	//	2	1	2	//	4	//	3	14	32	46	55
Locomotives pour voies larges. — Locomotives-tender	2	//	3	//	//	1	3	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	8	1	9	
Locomotives pour voies étroites. — Locomotives à tender séparé	1	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1	//	1	//	3	//	3	10
Locomotives pour voies étroites. — Locomotives-tender	3	//	1	1	1	//	//	//	//	//	//	//	1	//	//	//	//	//	//	//	6	1	7	
Locomotives spéciales	//	//	//	1	//	//	1	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	1	//	2	1		3
TOTAUX	9	10	5	9	2	4	6	//	2	//	4	1	1	2	1	2	1	4	2	3	33	35		
TOTAUX par pays	19		14		6		6		2		5		3		3		5		5		TOTAL GÉNÉRAL			68

Les tableaux des pages 274 à 277 montrent pour chaque classe de locomotives la répartition du matériel pour chacun des pays ayant participé à la Classe 32, ainsi que le mode d'utilisation de la vapeur dans les différentes variétés considérées.

A la suite des monographies, nous résumons en quelques pages les observations générales qu'il est possible d'en déduire, tout d'abord pour chacun des pays participant, puis pour l'ensemble de l'Exposition.

I

LOCOMOTIVES POUR VOIES LARGES.

1° LOCOMOTIVES À TENDER SÉPARÉ.

Locomotive à simple expansion, 1/4, N° 2601, du Midland Railway. — Cette machine, construite dans les ateliers de la Compagnie du Midland Railway, à Derby, sur les plans de son ingénieur en chef, M. Samuel Johnson, est la seule machine à roues libres figurant à l'Exposition de 1900.

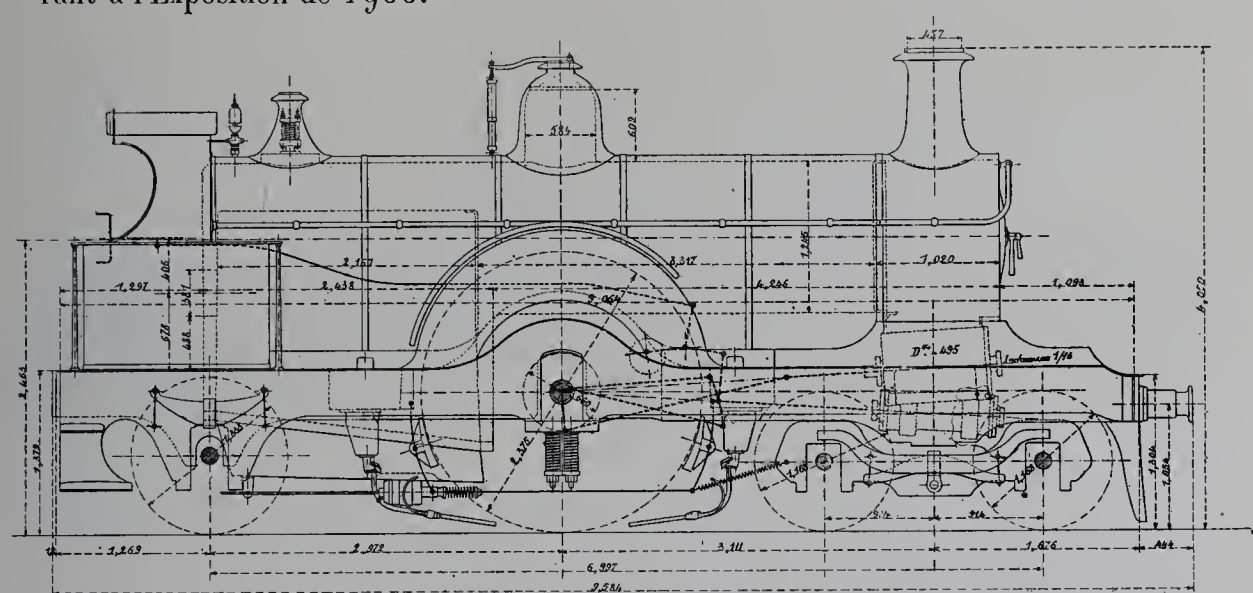


Fig. 10. — Locomotive 1/4, n° 2601, du Midland Railway.

Ce genre de locomotive, que l'on ne rencontre plus en France que sur quelques lignes secondaires, est encore employé en Angleterre sur un certain nombre de réseaux, pour des trains très rapides et à charge limitée, la solidité des voies permettant de porter à près de 19 tonnes le poids adhérent de l'essieu moteur.

Il est à noter que la machine à roues libres, type Crampton, qui a été accueillie avec faveur en France, n'a jamais été en usage en Angleterre; le type qui y a prévalu est celui auquel se rattache la machine figurant à l'Exposition, dans lequel la roue motrice, au lieu d'être située à l'arrière comme dans la locomotive Crampton, est comprise entre deux roues porteuses, ou entre un bogie et une roue porteuse.

La machine figurant à l'Exposition est munie d'une chaudière dans laquelle la boîte à feu, à berceau cylindrique, se raccorde directement à l'enveloppe; ce type de boîte à feu est généralement connu en France sous le nom de type Crampton, du nom des machines auxquelles il a été appliqué pour la première fois; nous lui conserverons cette désignation dans la suite de ces notices.

Le ciel du foyer est armaturé par des fermes longitudinales suspendues par des bielles à des cornières rivées au ciel de l'enveloppe de boîte à feu. Il n'y a pas de cadre de porte de foyer, la tôle de foyer et la tôle de boîte à feu sont rivées directement l'une sur l'autre. Le foyer est muni d'un déflecteur, d'une voûte et d'un cendrier fermé. La grille est inclinée de 7 degrés environ.

Le châssis est à doubles longerons entretoisés entre eux par des caissons en acier moulé. L'essieu moteur comporte quatre fusées placées deux à deux de chaque côté de la roue motrice; ses boîtes reçoivent la charge par l'intermédiaire de ressorts en spirale.

Les cylindres sont placés à l'intérieur des longerons, ils sont munis de tiroirs cylindriques placés en dessous. Ces tiroirs sont du type à segments compressibles jouant en partie le rôle de soupapes. La distribution est à coulisse Stephenson, la tige de tiroir étant articulée directement sur le coulisseau.

Le bogie est à longerons intérieurs, le pivot porte la charge et est rappelé à sa position médiane par deux ressorts antagonistes. Les deux ressorts de suspension, à lames, sont suspendus chacun par des bielles à un balancier composé de deux flasques portant sur les deux boîtes d'un même côté. Chaque roue motrice est freinée par deux sabots, et de doubles sablières projettent le sable de chaque côté de ces roues.

Le tender est monté sur deux bogies à longerons extérieurs munis d'une suspension analogue à celle du bogie de la machine. Le châssis est construit en tôles et cornières.

La caisse à eau est du type anglais dans lequel la soute à eau présente une base rectangulaire et ne prend la forme en fer à cheval qu'à la partie supérieure. Chacune des huit roues n'est freinée que par un seul sabot.

D'après une notice remise aux visiteurs, cette machine a assuré la remorque de trains du poids moyen de 164 tonnes à la vitesse de 83 kilom. 76 à l'heure, en consommant en moyenne 8 kilogr. 659 de charbon du South-Yorkshire.

Locomotive à simple expansion, 2/4, N° 27, des chemins de fer de l'État néerlandais. — Cette machine a été construite par les ateliers de Neilson Reid and C°, à Glasgow; elle porte le numéro de fabrication 5654. Par son ensemble et de nombreux détails, elle se rapproche de la pratique anglaise.

Le foyer est du type Crampton; le ciel est armaturé directement au berceau cylindrique de l'enveloppe par des tirants dont les quatre premières rangées sont à dilatation. Le foyer a une voûte et un cendrier fermé. Sa grille est inclinée à 15 degrés. Les tubes sont à ailettes. Le régulateur à tiroir plan et vertical est placé dans le dôme. Les longerons sont intérieurs aux roues et les cylindres horizontaux sont entre ces longerons. Des coulisses Stephenson, également intérieures, commandent les tiroirs dont les tables, placées au-dessus des cylindres, ont une double inclinaison vers l'axe de la machine et vers l'arrière.

Les boîtes à huile des essieux couplés n'ont pas de coins de réglage. Les glissières de tige de piston sont à barre unique. Les bielles d'accouplement sont à bagues.

Une forte pièce en acier moulé entretoise les cylindres, sert d'appui aux glissières de

piston, et en même temps supporte le guide en bronze de la tige de tiroir; cette disposition, déjà signalée à propos de la machine du Midland, est très fréquente dans les machines de construction anglaise.

Le bogie de la locomotive est à longerons intérieurs. Son pivot porte la charge, a un déplacement latéral et est rappelé à sa position d'équilibre par deux ressorts antagonistes. Le châssis de ce bogie repose sur les boîtes à huile par l'intermédiaire de deux balanciers formés chacun de deux flasques entre lesquelles se trouve le ressort de suspension à lames. La traverse du bogie est en acier moulé.

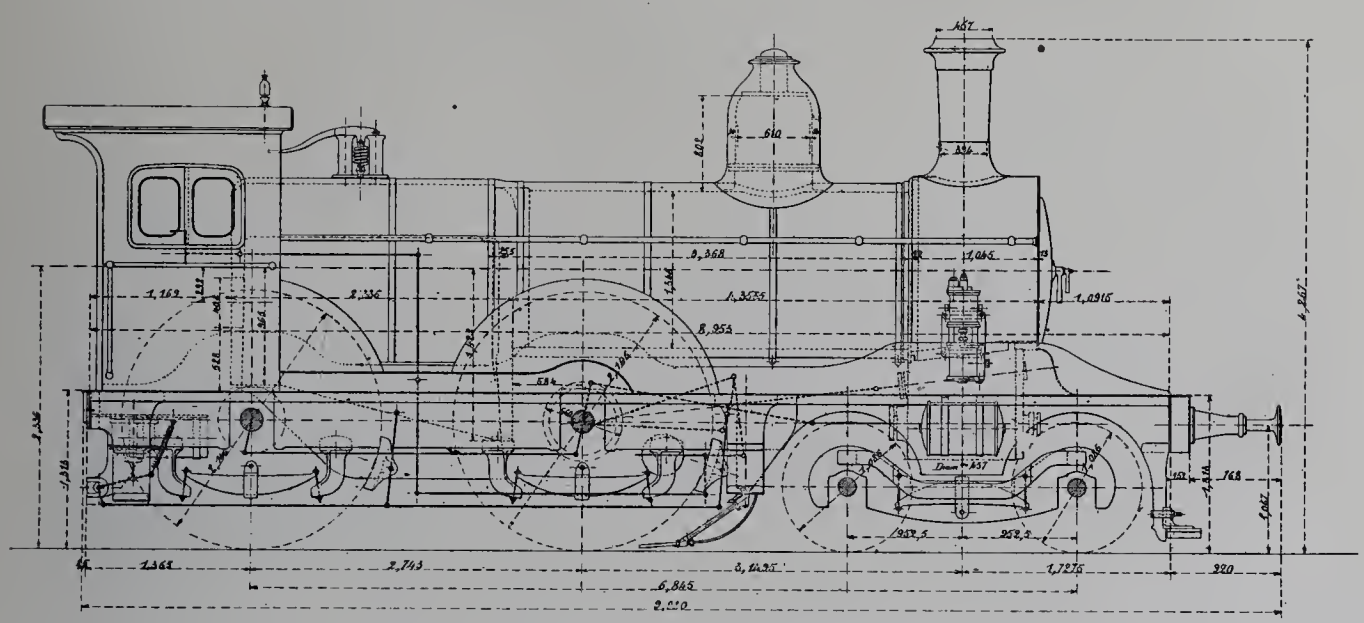


Fig. 11. — Locomotive 2/4, n° 27, de l'État néerlandais.

Le tender attelé à cette machine est à trois essieux équidistants, les ressorts de suspension ne sont pas reliés par des balanciers; le fond de la soute à combustible est surélevé; les conduites d'eau sont accouplées par des rotules métalliques.

La timonerie du frein Westinghouse n'agit que par un seul sabot sur chacune des quatre roues couplées et des six roues du tender.

Locomotive à simple expansion, 2/4, N° 1900, du Great Eastern Railway. — Cette locomotive a été construite dans les ateliers de la Compagnie, à Stratford, sur les plans de l'ingénieur en chef, M. James Holden. Elle est du type classique anglais à longerons et cylindres intérieurs. La chaudière est du type Crampton. Le ciel du foyer est armaturé par des fermes longitudinales. Le foyer est muni d'une voûte avec mur protégeant la plaque tubulaire sous cette voûte. La grille est légèrement inclinée. Le cendrier est fermé. Des tirants relient la plaque arrière de l'enveloppe à la plaque tubulaire de la boîte à fumée. Le régulateur à tiroir est placé dans le dôme. La distribution est faite par des tiroirs plans, équilibrés par des barrettes, placés au-dessous des cylindres et actionnés directement par une distribution à coulisse Stephenson. Le changement de marche à vis est actionné soit à la main, soit par un cylindre à air comprimé. Dans

ce dernier cas l'écrou, en deux parties, se dégage des filets de la vis. Signalons l'emploi, rare en Angleterre, de coins de réglage dans les boîtes à huile des essieux couplés.

Les glissières de plaques de garde sont en acier moulé, d'une seule pièce pour l'essieu moteur, et en deux parties pour l'essieu accouplé d'arrière.

Le bogie est du type décrit à propos de la machine du Midland Railway.

Le principal intérêt de cette machine réside dans les dispositions particulières prises en vue de l'emploi de combustibles liquides, tels que résidus de la distillation du pétrole

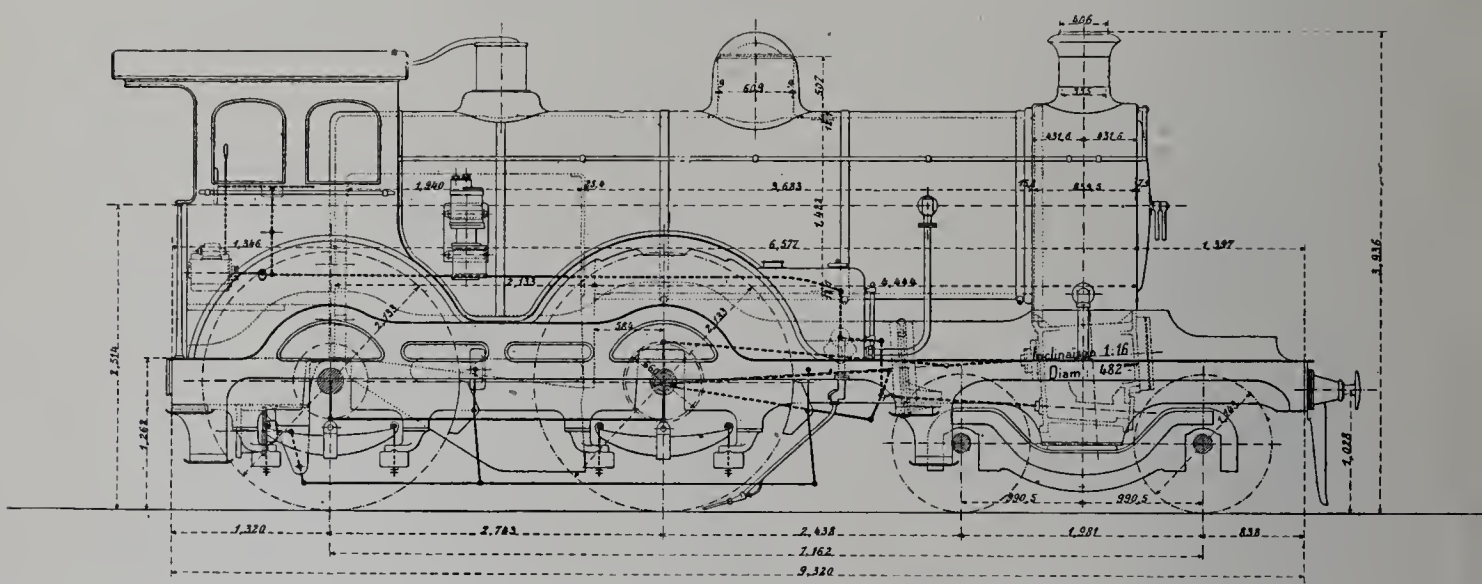


Fig. 12. — Locomotive 2/4, n° 1900, du Great Eastern Railway.

et goudron de gaz. Les appareils imaginés par M. Holden[1] consistent en deux injecteurs, placés au-dessous de la porte du foyer, qui projettent en nappe, à 0 m. 300 environ au-dessus de la grille recouverte d'une mince couche de houille, les résidus pulvérisés et préalablement réchauffés, soit par de la vapeur vive, soit par la vapeur d'échappement du petit cheval.

L'air qui est entraîné par ces injecteurs est préalablement réchauffé en passant dans des tuyaux disposés dans la boîte à fumée. Ce chauffage facilite la combustion complète du goudron.

Cette machine est également munie d'un injecteur permettant d'employer la vapeur d'échappement jointe à une certaine quantité de vapeur vive pour l'alimentation de la chaudière.

Le tender attelé à cette machine est du type à trois essieux équidistants, sans balanciers; il porte un réservoir pouvant contenir 3,200 litres de combustible liquide; il est muni d'une écope permettant la prise d'eau en route; cette écope est manœuvrée par un cylindre à air comprimé. La timonerie du frein Westinghouse n'agit que par un seul sabot sur chaque roue du tender. La hauteur de l'eau dans les soutes du tender est in-

[1] Voir la note de M. J. Holden sur l'*Emploi des combustibles liquides dans les locomotives*, présentée à la session de 1900 du Congrès international des chemins de fer.

diquée aux agents par un manomètre Bourdon duquel part un petit tuyau dont l'orifice est contre le fond des soutes.

Locomotive à simple expansion, 2/4, N° 951 de la Compagnie de l'Ouest. — La Compagnie de l'Ouest a exposé en 1900 cette locomotive qui figurait déjà à l'Exposition de 1889, pour rappeler qu'elle a été la première machine munie d'un bogie à mouvement *pivotant et transversal* qui ait remorqué des trains de voyageurs sur les lignes françaises. Bien qu'elle ait parcouru 500;000 kilomètres aux trains express et rapides depuis sa mise en service, elle n'a pas subi d'autres grosses réparations que le remplacement des tubes lisses de l'origine par des tubes à ailettes Serve.

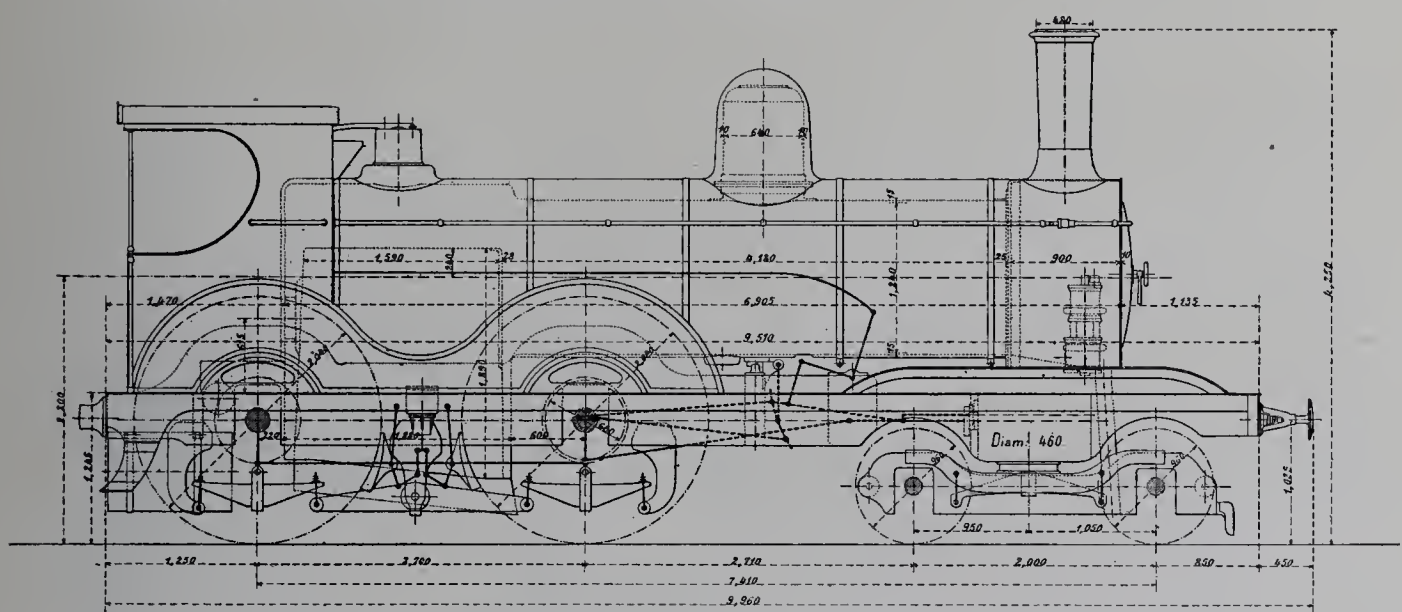


Fig. 13. — Locomotive 2/4, n° 951, des Chemins de fer de l'Ouest.

La boîte à feu, à berceau cylindrique, est de forme renflée; le ciel du foyer est armaturé par des fermes transversales reposant sur des corbeaux rivés aux parois, le régulateur à tiroir est placé dans le dôme.

Les longerons du châssis sont à l'intérieur des roues et entretoisés par des traverses nervées et un caisson en acier moulé, les glissières des boîtes à graisse ainsi que la traverse support du pivot du bogie sont en acier moulé.

Le bogie est du type à longerons intérieurs dans lequel le pivot supporte la charge; le déplacement latéral est contrôlé par deux ressorts de rappel; depuis 1889, la Compagnie de l'Ouest a appliqué ce type de bogie à un grand nombre de machines.

Les cylindres, à simple expansion, sont à l'intérieur des longerons et au-dessus du bogie.

Les tiroirs verticaux sont commandés par un mécanisme de distribution système Gooch.

Locomotive à simple expansion, 2/4, N° 2754, des chemins de fer de l'État français. — Cette machine, construite par le Creusot en 1897 (numéro de fabrication 2648), fait

partie d'une série de locomotives commandées par les Chemins de fer de l'État dans le but de déterminer si une partie des avantages des machines compound à quatre cylindres ne pourraient être obtenus par des machines à simple expansion employant de la vapeur à haute pression et munies de distributeurs cylindriques améliorant la distribution aux grandes vitesses.

La chaudière est du type Belpaire, le ciel du foyer est armaturé directement à l'enveloppe sans emploi de tirants à dilatation, les tubes sont du type Serve.

Le châssis est entretoisé à l'avant, entre les cylindres, par un caisson en tôles et cornières et par la traverse support du pivot du bogie, en acier moulé.

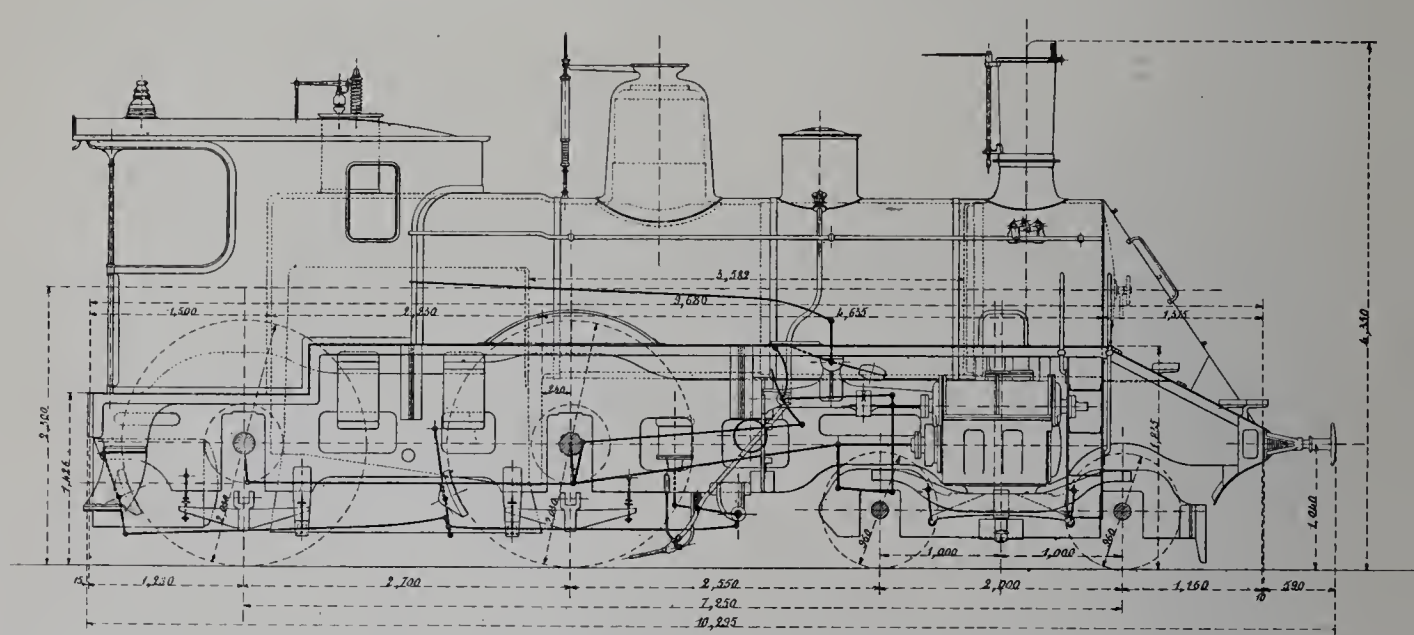


Fig. 14. — Locomotive 2/4, n° 2754, de l'État français.

Entre ce caisson de cylindres et la boîte à feu, une deuxième entretoise en tôles et cornières sert de support à la chaudière.

Les deux cylindres égaux sont placés à l'extérieur des longerons au droit du bogie; la distribution Walschaerts actionne des tiroirs cylindriques du type imaginé par M. l'inspecteur général des ponts et chaussées Ricour. L'attention des ingénieurs des chemins de fer étant aujourd'hui tournée vers l'emploi de distributeurs cylindriques, il n'est pas sans intérêt de noter que leur application aux Chemins de fer de l'État français date de 1880 et qu'ils ont été appliqués depuis cette époque à plus de 120 machines. Parmi les objets exposés en 1900 par l'État figurait un tiroir Ricour, mis en service en 1885 et ayant parcouru 640,000 kilomètres de cette date au 1er avril 1900. Il présentait de belles surfaces frottantes. La partie principale de ce tiroir consiste en deux segments en fonte de grande largeur sur lesquels sont pratiquées trois rainures qui forment chicanes, s'opposant au passage de la vapeur. Ces segments sont appliqués contre les fourreaux de la boîte à vapeur par trois ressorts en spirale qui s'appuient sur la face intérieure de chapeaux en fonte. Les cylindres sont munis de soupapes de rentrée d'air.

Le bogie est du type à longerons intérieurs et pivot supportant la charge, la traverse du bogie est en acier moulé.

L'avant de cette machine, ainsi que la partie antérieure de l'abri ont reçu des formes en coupe-vent, de façon à diminuer la résistance de l'air.

Le tender N° 2754 attelé à cette locomotive est à deux essieux.

Locomotive à simple expansion et à vapeur surchauffée, 2/4, N° 74, des chemins de fer de l'État prussien (*Direction de Berlin*). — Cette machine a été construite par les usines A. Borsig, à Tegel, près Berlin; elle porte le numéro de fabrication 4800.

Elle est construite d'après les données normales de l'État prussien pour les locomotives d'express, dont elle ne diffère que par l'application faite, sur les indications de M. le directeur Garbe, d'un surchauffeur du système de M. Wilhelm Schmidt[1].

Des applications de surchauffeur avaient été faites en 1898 par M. Garbe sur deux locomotives prussiennes, et les résultats obtenus étant comparables à ceux donnés par les compound à deux cylindres firent décider le montage de surchauffeurs sur deux nouvelles machines, dont l'une est exposée à Vincennes.

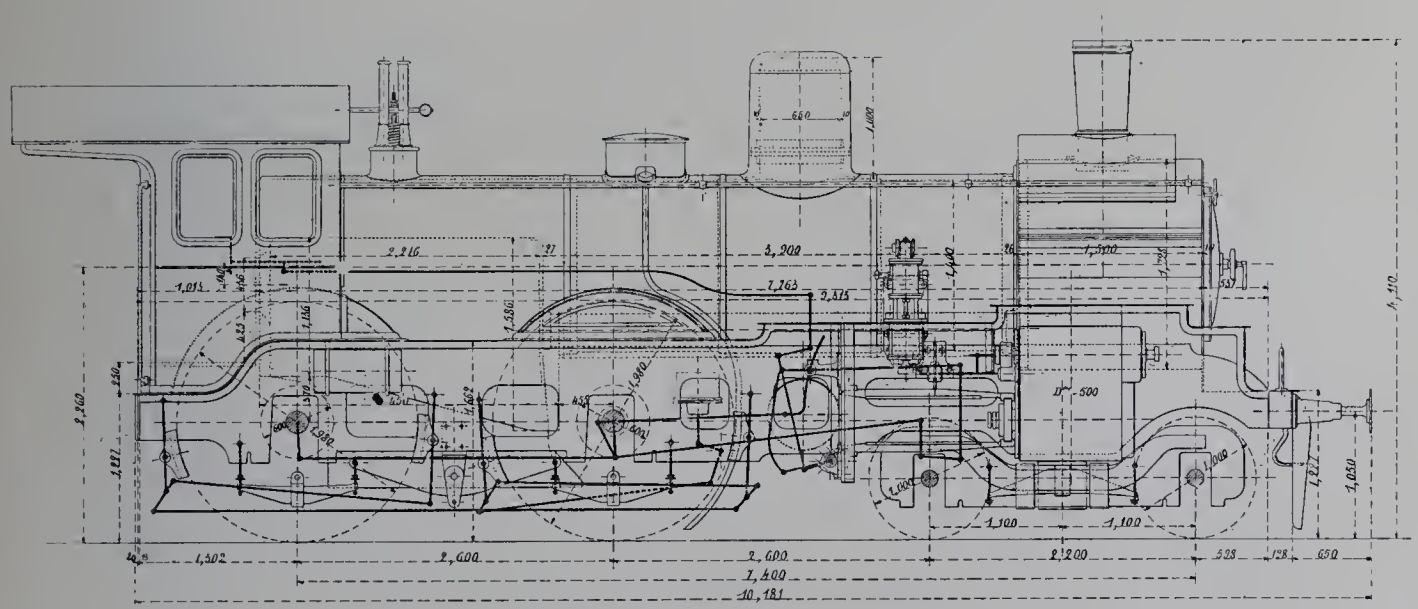


Fig. 15. — Locomotive 2/4, n° 74, de l'Etat prussien.

La particularité de cette application consiste en ce que le surchauffeur est baigné par des gaz pris directement dans le foyer et par suite très chauds. Cette disposition per-

(1) Lors d'essais comparatifs effectués après la clôture de l'Exposition, une locomotive semblable a remorqué un train de 267 tonnes à la vitesse moyenne de 88 kilom. 6, entre Hannover et Stendal, en développant une puissance utile par kilogramme de charbon et par heure de 0.5 cheval indiqué. Ces résultats sont très sensiblement ceux obtenus avec une ocomotive 2/4 compound à deux cylindres, n° 38, du type normal prussien, mais sont un peu inférieurs aux résultats donnés par la compound à quatre cylindres de M. von Borries (n° 22) que nous décrivons plus loin. Dans ces essais, la température de la vapeur surchauffée a varié de 250 à 350 degrés sans motifs apparents. (Voir le compte rendu de ces essais dans la dixième livraison de 1901 de *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens.*)

met de porter la vapeur à une température de 300 à 320 degrés centigrades avec un surchauffeur de surface limitée. Les promoteurs de cette disposition estiment, d'après la notice distribuée par les établissements Borsig, augmenter de 25 p. 100 le rendement d'une chaudière donnée et, par suite, augmenter dans les mêmes proportions le rendement de toute locomotive à simple expansion.

Le surchauffeur, placé dans la boîte à fumée, se compose de 60 tubes de 30 millimètres de diamètre intérieur, 4 millimètres d'épaisseur, courbés parallèlement à la paroi de la boîte, disposés par groupes de trois anneaux dans des plans perpendiculaires à l'axe de la chaudière. Les vingt groupes d'anneaux ainsi formés sont montés à la suite les uns des autres. Les extrémités des tubes sont mandrinées dans le fond de deux caisses en fonte, placées sur la boîte à fumée, l'une d'un côté de la cheminée, l'autre de l'autre. Une tôle appliquée contre les anneaux tubulaires intérieurs limite l'espace du réchauffeur. Un gros tube, de 250 millimètres de diamètre, amène dans le réchauffeur les gaz pris dans le foyer immédiatement au-dessus de la voûte. Ces gaz s'élèvent le long des tubes et s'échappent dans la cheminée par des orifices pratiqués à la partie supérieure de la boîte renfermant les tubes surchauffeurs.

Ces orifices peuvent être plus ou moins fermés par des clapets manœuvrables de la plate-forme du mécanicien. Ils sont fermés pendant les arrêts afin d'éviter que les tubes, n'étant plus baignés de vapeur, soient portés au rouge. Un dispositif spécial empêche ces clapets d'être ouverts pendant le fonctionnement du souffleur. Une des caisses en fonte étant séparée en deux parties égales par une cloison transversale, la vapeur prise à la chaudière est obligée de traverser un premier faisceau formé de 30 tubes circulaires, puis un second faisceau semblable. La surface totale de ce surchauffeur est de 28 mètres carrés.

Afin que les escarbilles entraînées par les gaz n'engorgent pas le surchauffeur, une trémie, avec bouchon de vidange, est disposée sous la boîte à fumée.

Les tiroirs de distribution sont cylindriques, avec introduction de la vapeur entre les deux pistons, comme dans la disposition Ricour. Afin de permettre l'indépendance de la dilatation du cylindre et de sa boîte à vapeur, la paroi cylindrique de celle-ci est ondulée. Des dispositions spéciales ont dû être prises pour les segments des pistons et garnitures des presse-étoupes. Le graissage est effectué par une pompe à six pistons, chacun de ceux-ci ne refoulant qu'en un seul endroit de l'huile minérale à point d'ébullition très élevé.

Nous ne nous étendrons pas sur les autres dispositions qui se retrouvent sur la locomotive de l'État prussien 2/4, à cylindres extérieurs, exposée par la fabrique Schwartzkopff. (Locomotive compound n° 390.)

Le tender est du type normal prussien à trois essieux avec balanciers conjuguant les suspensions des deux essieux d'arrière; le fond de la soute à houille est surélevé.

Locomotive à simple expansion, 2/4, série 180, N° 1889, de la Société italienne des chemins de fer Méridionaux (*Réseau de l'Adriatique*). — Cette locomotive a été construite

dans les ateliers de la Société italienne Ernesto Breda. Elle porte le numéro de fabrication 468. Elle est destinée à la remorque de trains express atteignant la vitesse de 100 kilomètres à l'heure. Les premières machines de ce type ont été mises en service en 1887.

La chaudière est du type wagon-top et a des tubes Serve; le ciel du foyer est armaturé par des tirants verticaux, dont les trois premières rangées sont toutefois remplacées par de courtes fermes longitudinales prenant appui à une de leurs extrémités au-dessus de la plaque tubulaire et suspendues à l'autre extrémité au ciel de l'enveloppe. Le berceau cylindrique est armaturé par deux rangées de tirants horizontaux. La grille est protégée par un cendrier fermé; elle est inclinée de 9 degrés, et formée de trois jeux de barreaux, celui du milieu formant jette-feu. Le dôme, placé sur la virole conique, renferme le régulateur à tiroir plan. Le châssis est intérieur aux roues; les ressorts, à lames, de suspension des deux essieux couplés, sont conjugués par des leviers d'équerre et des tirants. Les cylindres sont horizontaux, extérieurs et placés à l'avant de la locomotive, au milieu du bogie.

L'échappement fixe et annulaire est du système Adams.

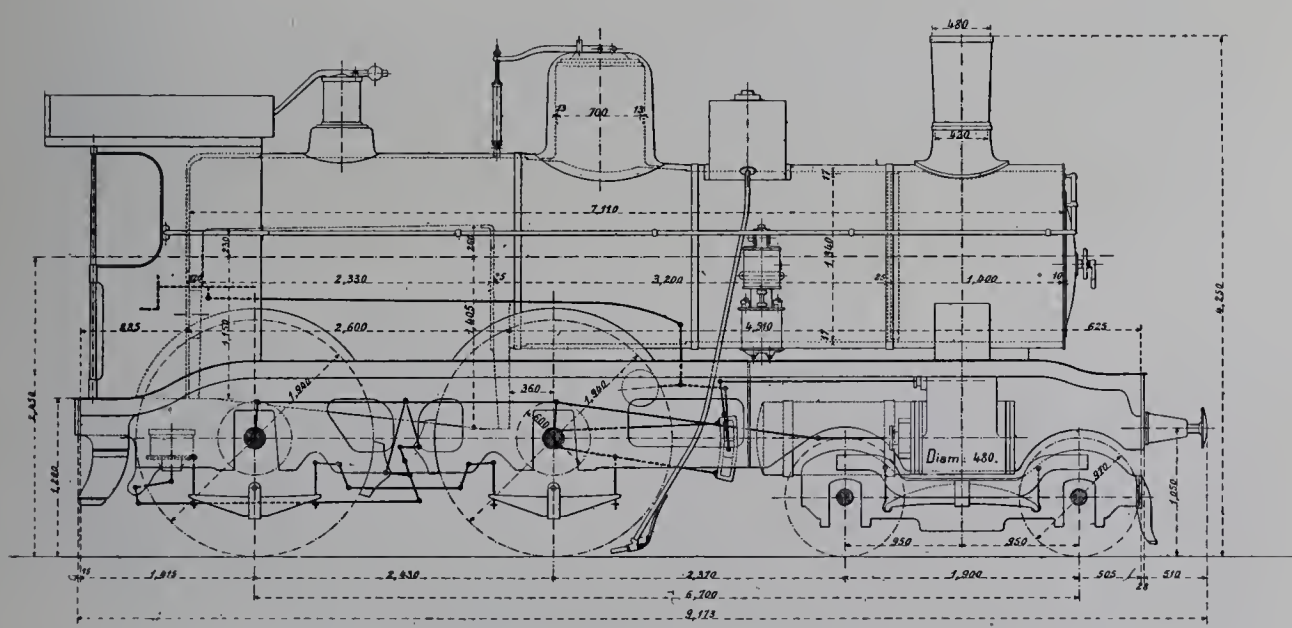


Fig. 16. — Locomotive 2/4, n° 1889, des Chemins de fer de l'Adriatique.

Les tiroirs sont placés horizontalement au-dessus des cylindres, ils sont équilibrés d'après la disposition « American Balance Valve » et commandés par l'intermédiaire d'un arbre de renvoi (rocker), les poulies d'excentrique et les coulisses de distribution Stephenson étant à l'intérieur des longerons.

Les deux cylindres sont entretoisés par une pièce en acier moulé qui porte le pivot du bogie. Le pivot repose dans une crapaudine suspendue par des bielles inclinées à la traverse du bogie, en imitation de la disposition classique aux États-Unis.

Chacun des deux ressorts de suspension, relié au bogie par un boulon traversant la partie inférieure de leur collier, est compris entre deux grands flasques formant

balancier et qui reposent par leurs extrémités sur le sommet des boîtes à graisse.

Cette locomotive est munie : du graisseur automatique Nathan; d'une lanterne de voiture éclairant l'abri; du frein Westinghouse; de la sablière à vapeur Gresham; des appareils Haag pour le chauffage des voitures par la vapeur; de l'indicateur de vitesse Hausshälter.

Tandis que, par leur mode de construction, les châssis de la plupart des tenders à deux ou à trois essieux se rapprochent beaucoup des châssis de locomotives, le tender accouplé à cette locomotive est en quelque sorte un solide wagon à marchandises, sur châssis en fer en U, raidi par une croix de Saint-André en cornières. Les plaques de garde sont en tôle découpée et sont boulonnées aux brancards. Les caisses à eau sont portées par sept traverses en U, disposées au-dessus des brancards également en forme de U. Des balanciers conjuguent les ressorts de suspension des deux essieux d'arrière. Le fond de la soute à houille est surélevé. Chacune des six roues est freinée par deux sabots. Le réseau de l'Adriatique possède, en juin 1901, 76 tenders de ce type et en a 12 en fabrication. Il se déclare très satisfait du mode de construction du châssis.

Locomotive compound à 2 cylindres, 2/4, n° 10652. Série 106, des chemins de fer de l'État autrichien. — Cette locomotive a été construite dans les ateliers de la fabrique viennoise de locomotives à Floridsdorf (n° de construction 1337). Elle dérive d'un type (série 6) établi en 1894 et dont 68 exemplaires ont été construits; 72 machines de ce

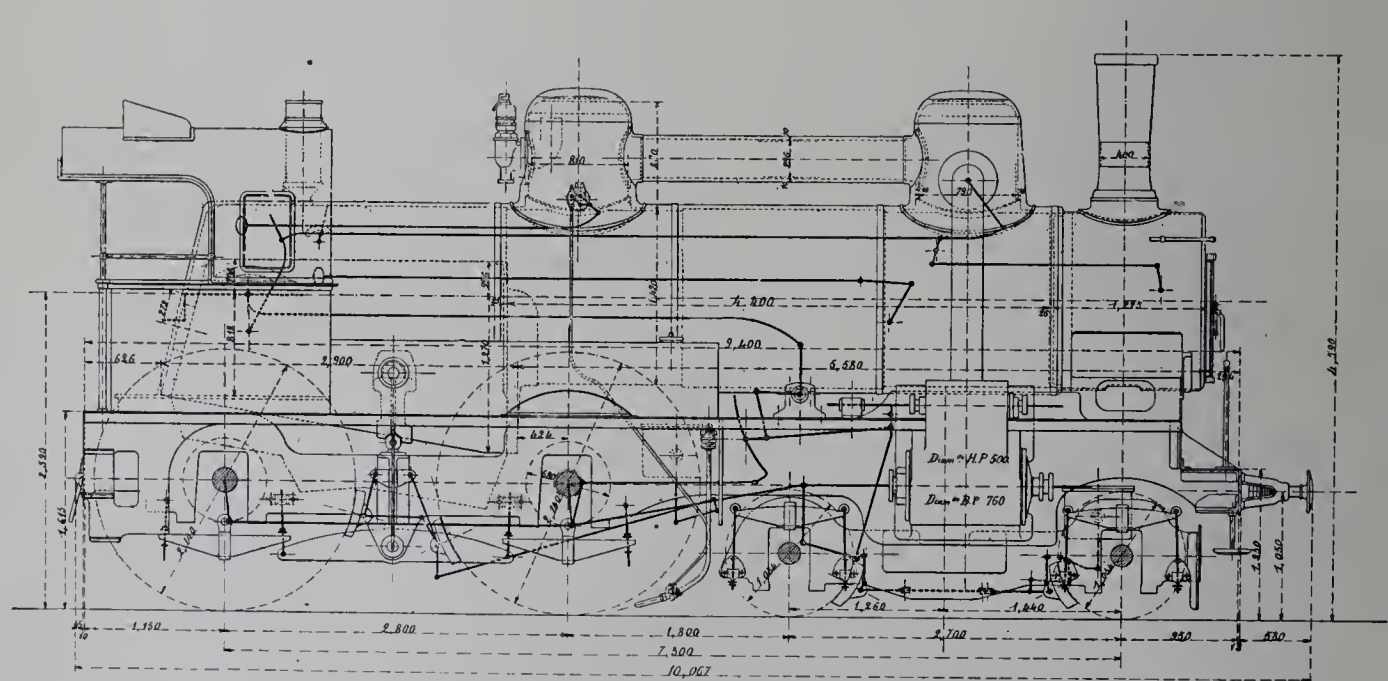


Fig. 17. — Locomotive 2/4, n° 10652, de l'État autrichien.

nouveau type sont en service sur les chemins de fer de l'État autrichien et 16 sur les chemins de fer du Sud. Cette machine peut remorquer sur une rampe de 10 millimètres 240 tonnes à la vitesse de 40 à 46 kilomètres, et 160 tonnes à la vitesse de 60 kilo-

mètres. La chaudière de cette locomotive est du type Crampton; le ciel du foyer est armaturé directement avec le berceau cylindrique par des tirants verticaux dont la première rangée est à dilatation. Ce berceau est armaturé par des tirants transversaux. Le foyer a sa face arrière inclinée; il est muni d'un cendrier fermé. Sa grille est inclinée de 9 degrés. La tôle de foyer et celle de boîte à feu sont rivées directement l'une à l'autre sur tout le pourtour de la porte.

La boîte à fumée est de capacité assez faible.

Le corps cylindrique est muni de deux dômes réunis par une communication de 295 millimètres de diamètre intérieur. Le dôme d'avant renferme le régulateur à tiroir et à commande par tringle extérieure. L'arrière de la chaudière est suspendu par des bielles de façon à faciliter sa dilatation.

Les longerons, intérieurs aux roues, sont entretoisés par un caisson de cylindres en tôles et cornières et à l'arrière de ce caisson par des tôles horizontales assemblées aux longerons par l'intermédiaire de cornières.

La suspension des roues motrices est conjuguée par balanciers.

Le bogie est du type à longerons intérieurs; la suspension est effectuée par quatre ressorts disposés au-dessus des boîtes. Le pivot n'a pas de déplacement transversal.

L'avant de la machine est porté par des crapaudines sphériques et latérales à déplacement. Le poids sur rails (27 tonnes) de ce bogie est à signaler.

Ce bogie est freiné par un seul sabot sur chaque roue; sa timonerie est actionnée par le cylindre du frein à vide automatique Hardy qui agit sur le frein de la machine.

Les deux cylindres extérieurs et horizontaux sont un peu en avant de l'axe transversal du châssis.

Le mécanisme de distribution, système Walschaerts, commande des tiroirs plans du type ordinaire pour le tiroir à basse pression et du type à canal pour le tiroir à haute pression. Ce mécanisme de distribution est disposé et l'appareil de démarrage est établi d'après le système de M. Gölsdorf. Les rapports des bras des leviers d'avance et les recouvrements extérieurs des tiroirs sont tels que les degrés d'admission dans les deux cylindres diffèrent de 15 p. 100 pour les crans usuels; en outre, les admissions peuvent atteindre 90 p. 100. Enfin, lors de la marche à fond de course, le tiroir BP découvre les orifices d'un canal pratiqué dans la table du tiroir et qui est en communication avec le conduit d'amenée de vapeur au petit cylindre. Ce dernier n'ayant pas d'échappement direct, son piston serait soumis à une forte compression; aussi une soupape limite à 5 kilogrammes la pression dans le réservoir intermédiaire. Celui-ci est principalement constitué par le tuyau de communication des deux cylindres logé dans la boîte à fumée.

La capacité de ce tuyau est égale à 2,66 fois le volume du petit cylindre.

Cette machine est munie du frein à vide automatique Hardy, de la sablière à vapeur Holt-Gresham, de graisseurs à condensation Nathan, du chronotachymètre Hausshälter, et de l'appareil de sûreté système Richter, pour éteindre le feu en cas de défaut d'alimentation.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Le tender est porté par trois essieux; les ressorts de suspension ne sont pas reliés par des balanciers. Le fond de la soute à combustible est surélevé.

Les rotules d'accouplement pour l'alimentation de la machine sont entièrement métalliques et du système Szasz. Un seul sabot de frein agit sur chaque roue.

Locomotive compound à 2 cylindres, 2/4, n° 116, du Nord-Est suisse. — Cette locomotive a été construite par les ateliers de Winterthur (n° de fabrication 1266) d'après le programme donné par la Compagnie du Nord-Est consistant à remorquer une charge de 240 tonnes à la vitesse de 45 à 50 kilomètres à l'heure sur une rampe de 10 millimètres. La chaudière est du type Crampton; le foyer en cuivre est pourvu d'une voûte, son ciel est suspendu au berceau cylindrique par des tirants verticaux dont les premières rangées sont à dilatation. Le berceau cylindrique est armaturé par six tirants transversaux.

Le foyer est assez profond; la grille, munie d'un cendrier fermé, est formée de deux jeux de barreaux inclinés de 12 et 18 degrés, ces derniers se trouvant à l'avant.

Il n'y a pas de dôme; la vapeur est recueillie par un tuyau horizontal perforé le long de sa génératrice supérieure. Le régulateur à tiroir horizontal est monté dans la boîte à fumée au sommet de la plaque tubulaire, à l'endroit où le tuyau de prise de vapeur sort de la chaudière. La boîte à fumée est allongée, les longerons sont à l'intérieur des

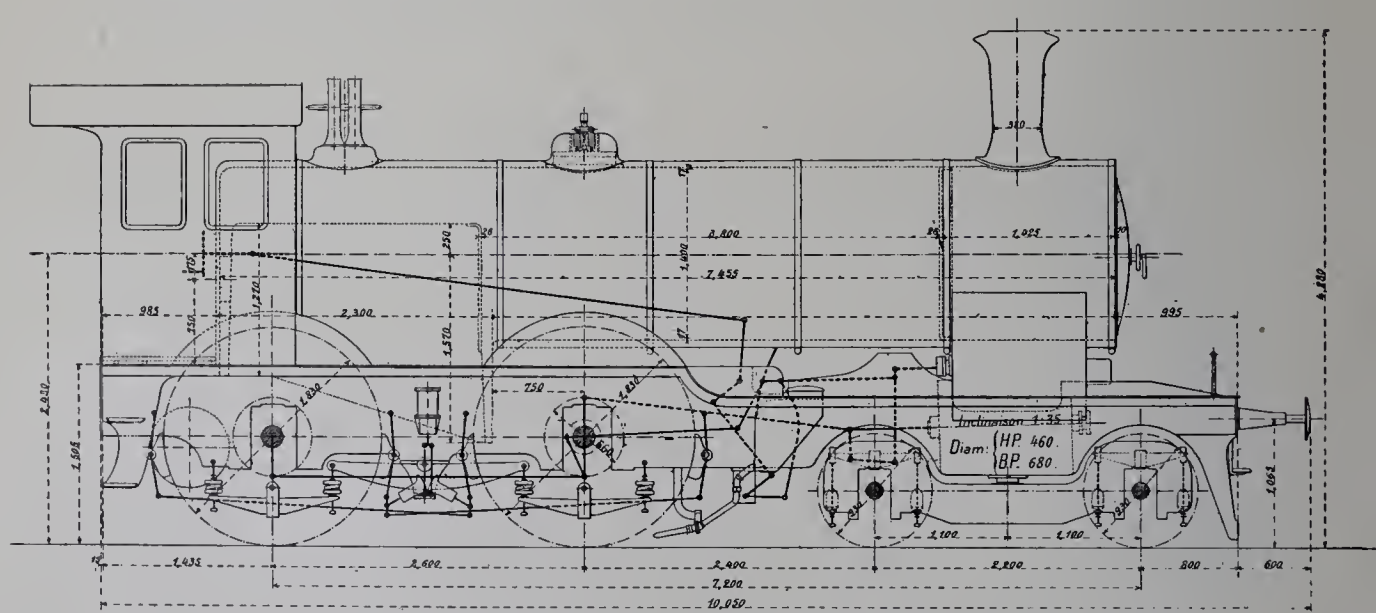


Fig. 18. — Locomotive 2/4, n° 116, du Nord-Est suisse.

roues, et chacun d'eux a été contre-coudé de 65 millimètres vers l'extérieur, au droit et en avant des cylindres, afin que ceux-ci puissent être convenablement placés entre les longerons. Deux pièces en acier moulé entretoisent le bâti, l'une sert de support aux glissières de piston, l'autre, en forme de cornière, est à l'avant du foyer. Huit ressorts en spirale sont interposés entre les plateaux des tiges de suspension et les quatre

ressorts de suspension à lames des essieux moteurs. Ces ressorts sont conjugués par deux balanciers longitudinaux.

Le bogie, à longerons intérieurs, est suspendu sur quatre ressorts à lames placés au-dessus des boîtes; le pivot est simplement directeur; la charge repose sur deux supports à rotules placés directement au-dessus des longerons du bogie, celui-ci est à déplacement transversal avec rappel par des ressorts à lames horizontaux. L'essieu coudé est à corps oblique et à manivelles elliptiques. Les tiroirs, équilibrés, sont commandés par un mécanisme de distribution Walschaerts; les boîtes à vapeur sont au-dessus des cylindres et inclinées vers l'extérieur. La distribution est commandée par des contre-manivelles extérieures. Chacune d'elles actionne un arbre de renvoi auquel est fixée une des coulisses. L'appareil de démarrage, d'un système étudié par la Société de Winterthur, se compose d'une soupape à piston à deux sièges actionnée par un petit piston auxiliaire à vapeur directe. Lorsque le changement de marche se trouve à une de ses positions extrêmes avant ou arrière, un robinet est ouvert et envoie de la vapeur sur ce petit piston. La soupape à double siège est déplacée et alors les deux cylindres reçoivent de la vapeur à haute pression et travaillent à simple expansion. La soupape est ramenée automatiquement dans la position normale par le jeu d'un levier reliant le mécanisme de distribution à la clef du robinet, et le fonctionnement compound se produit lorsque le changement de marche est amené à une position correspondant à une admission inférieure à 70 p. 100.

Les tiges de piston sont munies de garnitures métalliques flexibles du type dit *United States metallic packing*, les contre-tiges sont munies de garnitures métalliques rigides.

Cette machine est munie du frein automatique Westinghouse, de la sablière à vapeur Gresham, du graisseur Nathan, de l'indicateur de vitesse Klose, des appareils pour le chauffage des trains par la vapeur, de sièges pour les agents.

Le tender, monté sur trois essieux, est muni de tampons radiaux et de rotules d'accouplement métalliques, la suspension des deux essieux AR est conjuguée par des balanciers. La soute à combustible est à fond surélevé.

Locomotive compound à deux cylindres, 2/4, n° 390, des chemins de fer de l'État prussien (*Direction d'Elberfeld*). — Cette machine, qui porte le numéro de fabrication 2894, a été construite par la « Berliner Maschinenbau Actien Gesellschaft », précédemment L. Schwartzkopff, à Berlin.

A la fin de l'année 1899, les chemins de fer de l'État prussien possédaient 540 locomotives de ce type.

Sa chaudière est de la forme Crampton, le ciel du foyer est armaturé directement avec l'enveloppe par des tirants verticaux sans dispositifs spéciaux pour permettre la dilatation de la plaque tubulaire, conformément à la disposition normale en Prusse. Sept tirants horizontaux réunissent les deux côtés du berceau cylindrique au-dessus du ciel du foyer, et, en outre, les parois latérales de l'enveloppe sont armaturées à leur partie supérieure par 4 fers à T. Il pourrait paraître à première vue que ces tirants

n'ajoutent rien à la solidité de la chaudière; mais il convient d'observer que les flancs verticaux tendent à s'écarter sous l'influence de la pression et à altérer la forme circulaire du ciel de l'enveloppe. C'est afin de soulager les premières rangées d'entretoises et de s'opposer à toute déformation que ces tirants sont appliqués dans la plupart des locomotives allemandes ayant des chaudières de même forme. La grille a une inclinaison de 12 degrés et est munie d'un cendrier fermé. L'ouverture pratiquée dans la virole qui porte le dôme de prise de vapeur a été renforcée par une forte couronne en fer forgé. Le régulateur, contenu dans le dôme, est à tiroir plan. Les cylindres horizontaux sont placés à l'extérieur et au droit du bogie; les longerons, intérieurs aux roues, sont entretoisés par un caisson en tôles et cornières et, suivant une disposition assez répandue en Allemagne, par une tôle horizontale qui règne depuis la traverse de tête jusqu'en avant du foyer. Cette tôle est assemblée par des cornières aux longerons et à trois tôles verticales, formant entretoises et dont l'une sert de support à la chaudière. Les ressorts de suspension des deux essieux moteurs sont reliés par des balanciers longitudinaux.

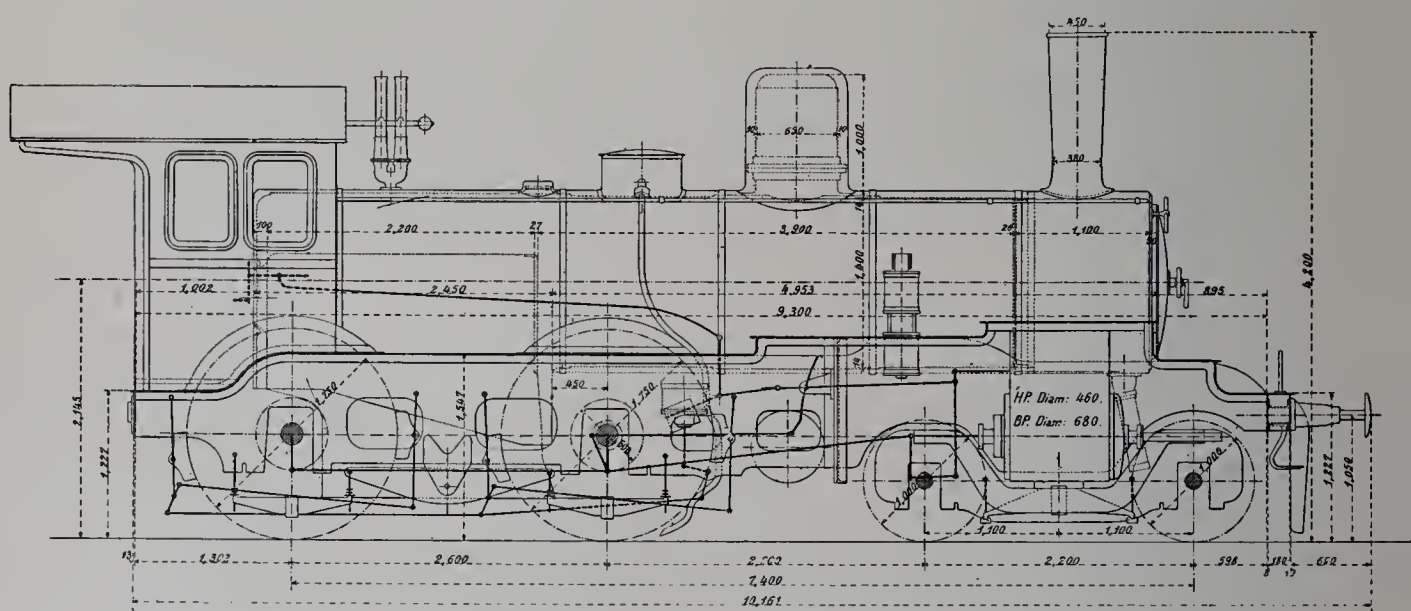


Fig. 19. — Locomotive 2/4, n° 390, de l'État prussien.

Le bogie, du type normal prussien, est à longerons extérieurs avec suspension par deux ressorts à lames longitudinaux compris chacun entre deux flasques formant balanciers; le pivot, à déplacement transversal réglé par des ressorts à lames, est simplement directeur. La charge est transmise au bogie par deux supports glissoirs, à surface de portée plane, placés sous les longerons directement au-dessus des colliers des ressorts de suspension du bogie. Des taquets limitent la rotation du bogie.

Le mécanisme de distribution du type Walschaerts est placé à l'extérieur et actionne deux tiroirs plans; celui de la H. P. est équilibré. Les distributions des deux cylindres sont invariablement reliées de telle sorte que, dans la marche avant, l'admission dans le cylindre H. P. étant de 40 p. 100, l'admission est de 54 p. 100 dans le grand cylindre; la marche arrière est sacrifiée. L'appareil de démarrage est du type Dultz, il

est placé à la base de la cheminée, contre la boîte à fumée et au-dessus du cylindre H. P. Cet appareil consiste en un distributeur cylindrique, à trois pistons, se mouvant dans un cylindre percé d'orifices périphériques. Ceux-ci sont en communication avec l'évacuation du cylindre H. P., le réservoir intermédiaire, l'échappement et le conduit amenant la vapeur de la chaudière au cylindre H. P. Dans la position de marche à simple expansion, pour les démarrages, la vapeur évacuée du cylindre H. P. passe dans la colonne d'échappement, et de la vapeur venant de la chaudière est introduite dans le réservoir intermédiaire. Lorsque, par un simple déplacement suivant son axe, on a amené le distributeur dans la position de marche en compound, la vapeur évacuée du cylindre H. P. passe dans le réservoir intermédiaire et toutes les autres communications sont coupées. Il faut que les garnitures de ce distributeur soient bien étanches, sinon la vapeur de la chaudière et la vapeur évacuée du cylindre H. P. passeraient dans le conduit d'échappement.

Cette machine est munie du frein automatique Westinghouse, des appareils de chauffage à la vapeur et d'éclairage au gaz, d'un niveau d'eau à fermeture automatique, d'un pare-étincelles conique en tissu métallique, de garnitures métalliques rigides pour les tiges et contre-tiges de pistons. Tous les corps de roues de la locomotive et de son tender sont en acier coulé. Le tender, sur trois essieux, est du type normal prussien, avec balancier entre les roues milieu et arrière, soute à combustible à fond surélevé, frein à douze sabots à commande Exter. Pour serrer ce frein, le chauffeur déclenche un levier à poids et pèse plus ou moins énergiquement sur ce levier.

Locomotive compound à quatre cylindres en tandem 2/4, n° 49, du chemin de fer de Saint-Pétersbourg à Varsovie. — Cette locomotive, construite par l'usine Poutiloff, porte le numéro de fabrication 645. Elle a été établie d'après les études du général Pétroff.

La chaudière est du type Crampton; le ciel est suspendu au berceau cylindrique par des tirants verticaux dont la première rangée est à dilatation. Ce berceau est armaturé par des tirants transversaux. Le foyer, disposé pour brûler de la houille, est profond, à grille horizontale et à cendrier fermé. La plaque de foyer et celle de l'enveloppe sont rivées l'une à l'autre tout autour de la porte sans interposition de cadre. La chaudière est munie de deux dômes mis en communication par une tubulure recourbée passant dans le corps cylindrique et munie à ses deux extrémités de séparateurs à cloches formant chicane avec une collerette en tôle rivée à la communication. Le régulateur, du type à double tiroir, est dans le dôme d'avant. Le châssis, à longerons intérieurs, est fortement entretoisé par un caisson en tôle et cornières réunissant les deux longerons entre les deux cylindres, et par une tôle horizontale s'étendant de l'arrière de ce caisson à l'avant du premier essieu moteur. Les évidements des boîtes à graisse sont renforcés par des glissières en acier moulé d'une seule pièce. Le bogie est du type à longerons intérieurs, son pivot portant la charge est à déplacement latéral et est rappelé à sa position normale par deux ressorts à lames; les quatre ressorts de

suspension sont à lames et placés au-dessus des boîtes. Les cylindres extérieurs sont disposés en tandem au-dessus du bogie. Les petits cylindres sont attachés à une pièce évidée venue de fonte avec les grands cylindres. Le fond avant du cylindre à basse pression et celui arrière du petit cylindre sont venus de fonte avec les cylindres respectifs. Les tiroirs sont cylindriques, montés également en tandem et placés au-dessus des cylindres; ils sont commandés par un mécanisme de distribution Walschaerts. Pour les démarrages un robinet spécial permet d'envoyer de la vapeur vive dans les espaces intermédiaires. Comparée au type de compound Vauclain, la disposition avec cylindres en tandem présente les mêmes avantages au point de vue de la simplification du mécanisme moteur; elle évite les efforts de flexion des tiges de piston, mais, en revanche, elle augmente le porte-à-faux des cylindres et rend difficile la visite des pistons.

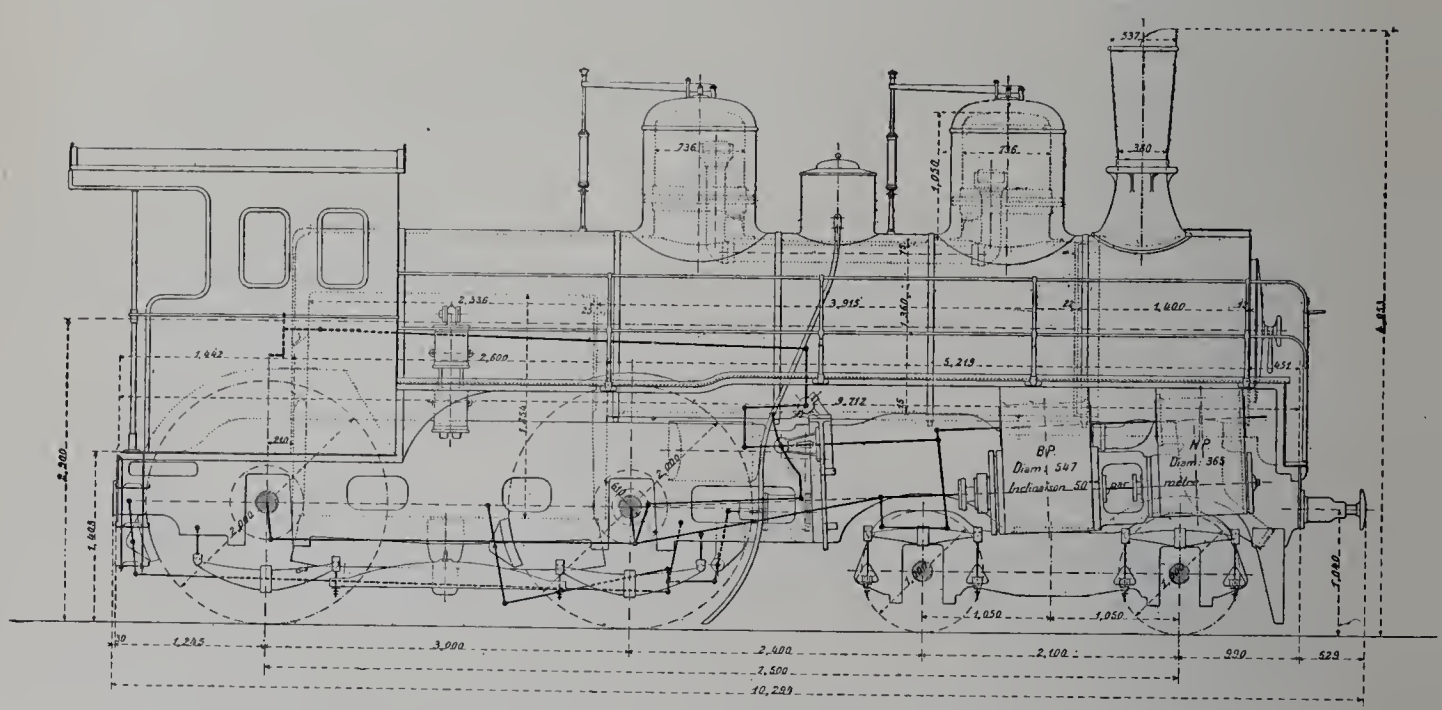


Fig. 20. — Locomotive 2/4, n° 49, du chemin de fer de Saint-Pétersbourg à Varsovie.

Les agents se tiennent sur des planchers à ressorts et disposent de sièges. L'abri de cette machine est muni de portes débouchant directement sur le tablier qui est entouré d'une balustrade. Le frein, du système Westinghouse, agit par un seul sabot sur les roues couplées.

Le tender attelé à cette machine est du type à trois essieux; les suspensions des deux premiers essieux sont conjuguées par balancier. Chaque roue est freinée par deux sabots.

Locomotive compound à 4 cylindres 2/4, n° 2805, pour les chemins de fer de l'État français. — Cette machine, construite par les établissements Baldwin, représentait à l'Exposition la disposition de locomotive compound imaginée en 1889 par M. Vauclain, ingénieur de ces établissements. Ce type de compound est actuellement le plus

répandu aux États-Unis. Au commencement de l'année 1900, les établissements Baldwin avaient déjà livré 1,300 compound Vauclain. De chaque côté de la machine et au droit du bogie, un cylindre à haute pression et un cylindre à basse pression sont superposés et attaquent une même tête de piston; un seul tiroir cylindrique distribue la vapeur dans ces deux cylindres; il était donc impossible de pousser plus loin la simplicité dans l'établissement des compound à quatre cylindres : le nombre des bielles motrices et d'accouplement ainsi que les mécanismes de distribution restent les mêmes que dans une machine à deux cylindres; rien n'est changé à la construction des bâtis, à tel point que les machines américaines à simple expansion et compound Vauclain des chemins de fer de l'État français ne diffèrent absolument que par les cylindres et les pistons.

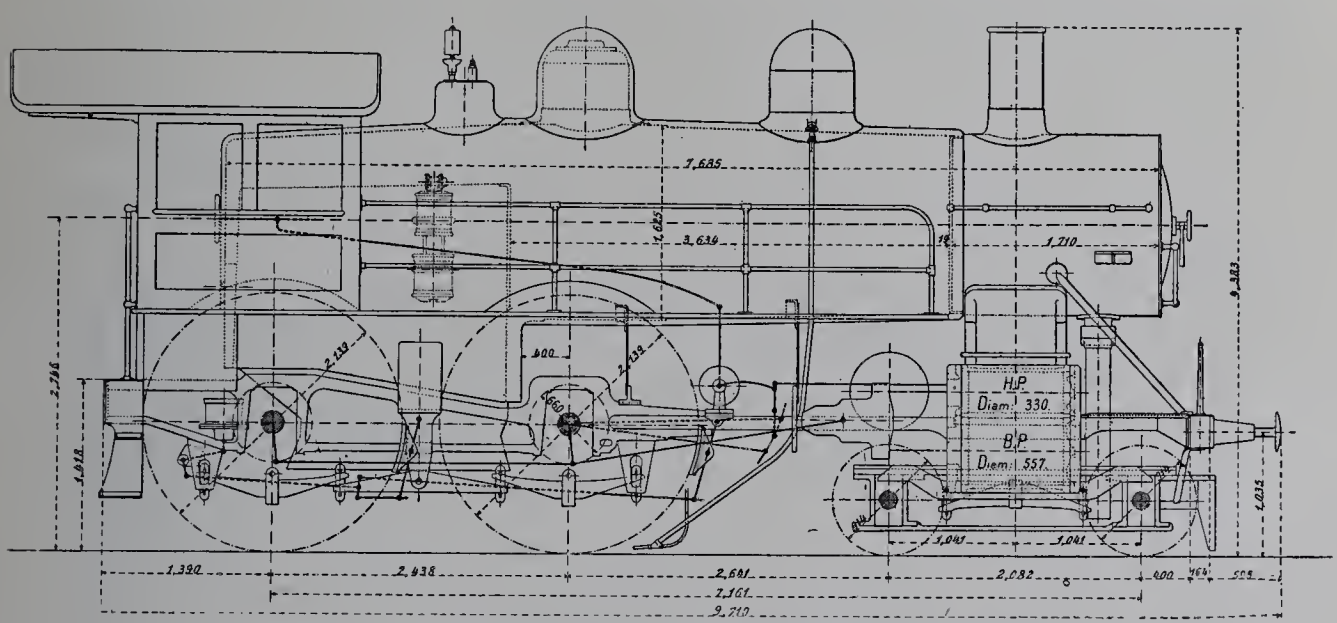


Fig. 21. — Locomotive 2/4, n° 2805, des chemins de fer de l'État français.

Le ciel de l'enveloppe de la boîte à feu est conique et se raccorde à une virole du corps également conique. Les cônes sont assemblés par leurs plus grandes sections.

Le foyer est en cuivre, ce métal ayant été imposé par les chemins de fer de l'État[1]; son ciel est armaturé directement au berceau cylindrique par des tirants dont les deux premières rangées sont remplacées par une ferme formée d'une forte cornière et suspendue à l'enveloppe de la boîte à feu. Le berceau est armaturé par des tirants transversaux. Il n'y a pas de cadre de porte. Le foyer est muni d'une voûte en briques et d'un cendrier fermé. La grille est en trois parties; les deux extrêmes sont horizontales et la partie du milieu est inclinée de 10 degrés. La boîte à fumée, très allongée, a une trémie de vidange.

Le régulateur, placé dans le dôme, est du type à soupape équilibrée, depuis longtemps classique aux États-Unis. Les longerons sont en fer forgé, ils sont formés de deux barres de forte section rectangulaire disposées parallèlement. Il n'y a pas de

[1] Actuellement, en Amérique, tous les foyers sont fabriqués en tôles d'acier de faible épaisseur.

glissières de plaques de garde proprement dites; ce sont les faces des évidements des longerons qui en tiennent lieu avec interposition de pièces en fonte servant à empêcher l'usure des longerons.

Le bâti est entretoisé à l'avant par la partie centrale du groupe des cylindres, à l'arrière par un tablier en acier moulé qui sert à l'attelage avec le tender, et dans l'intervalle par deux entretoises de faibles sections.

Un détail intéressant à noter est la disposition des coussinets des boîtes motrices : ces coussinets, cylindriques dans leur partie extérieure, sont emmanchés à la presse dans leur logement, ce qui les maintient très solidement et évite les décalages de coussinets si fréquents avec les coussinets à faces rectangulaires. Comme il n'y a pas de joues aux fusées, la pression, lors du passage en courbes, s'exerce entre les joues extérieures des boîtes et les faces des moyeux; la face du moyeu en acier moulé est à cet effet garnie d'une feuille de bronze et est huilée par un graisseur spécial. Les suspensions des roues motrices sont conjuguées suivant la pratique générale aux États-Unis.

Les quatre cylindres avec les deux boîtes de distribution et les conduites de vapeur constituent deux pièces de fonte s'assemblant dans le plan vertical médian de la machine. Leur ensemble sert en même temps d'attache à la chaudière, de support pour le pivot du bogie et d'entretoise des longerons. Ces deux pièces sont identiques, de sorte qu'il n'y a qu'un seul modèle établi pour les cylindres.

Chacun des tiroirs cylindriques est constitué par quatre pistons montés sur une même tige. Les deux pistons extrêmes sont pleins et les deux intermédiaires creux et réunis par un tube dans lequel passe la vapeur se rendant du cylindre H. P. au cylindre B. P. Ce distributeur se meut dans une chemise en fonte, percée des orifices convenables et emmanchée sous pression dans la boîte à vapeur. Pour les démarrages, des tuyaux mettent en communication le fond avant et le fond arrière des cylindres H. P. par l'intermédiaire d'un robinet à trois voies et par conséquent les cylindres B. P. travaillent seuls. La distribution est du type classique en Amérique par coulisse Stephenson, placée à l'intérieur des longerons et commandant les tiroirs placés à l'extérieur par l'intermédiaire d'un arbre en Z dit *rocking shaft,* dont l'une des extrémités est articulée directement au coulisseau et l'autre à la tige de commande du tiroir. Cette tige subit donc deux flexions à chaque tour de roue.

Le bogie est également du type usuel aux États-Unis. Un cadre en fer forgé, auquel sont boulonnées les glissières de plaques de garde en acier moulé, maintient l'écartement et le parallélisme des deux essieux. Aux balanciers qui portent sur les dessus des boîtes à huile sont suspendus des ressorts longitudinaux à lames, portant une traverse à laquelle la crapaudine du pivot est elle-même suspendue par des bielles, de telle sorte que cette crapaudine peut prendre un déplacement transversal. Par cette disposition, la charge portée par le pivot tend à ramener le bogie dans sa position normale.

L'ingéniosité et la bonne disposition des appareils de graissage sont à signaler.

Le tender accouplé à la machine américaine des chemins de fer de l'État s'écarte beaucoup, par son mode de construction remarquablement simple, des tenders à bogies

exposés dans les diverses autres sections; il est construit comme un robuste wagon destiné à porter les approvisionnements de la locomotive.

Son châssis se compose de quatre longrines à section en U réunies par des traverses de tête et entretoisées entre elles par des fers plats pliés et assemblés deux à deux en forme d'X. Les traverses placées au droit des bogies sont formées de deux fers en U.

La construction des deux bogies rappelle celle des bogies de locomotives. Les longerons sont formés par les glissières de plaques de garde boulonnées à leur partie supérieure après un fer plat et réunies à leur partie inférieure par une seconde barre formant entretoise.

La traverse du bogie est composée d'un fer en U de grande section assemblé à des cornières et à une tôle de 37 millimètres d'épaisseur, découpée en forme de solide d'égale résistance.

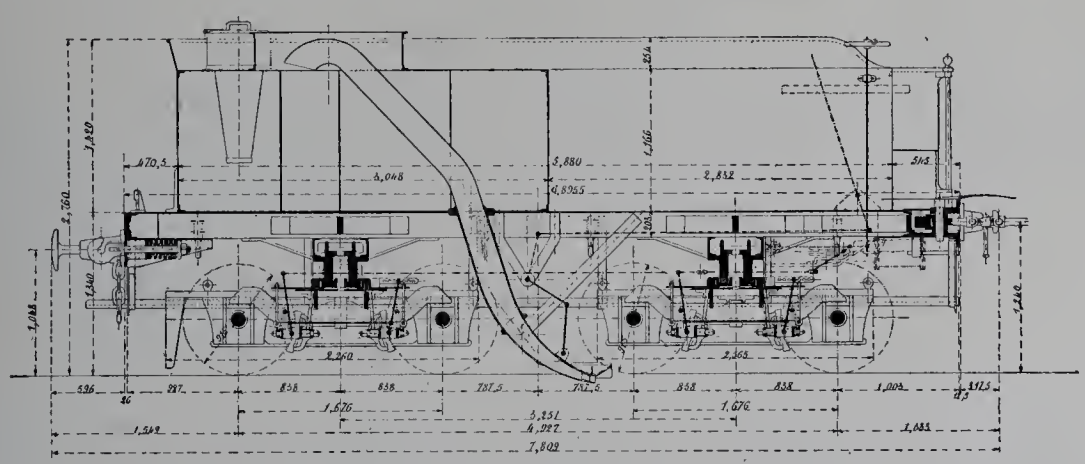


Fig. 22. — Tender de la locomotive n° 2805.

La charge est transmise aux boîtes à huile de chaque côté par deux balanciers en fer plat comprenant entre eux le ressort de suspension à lames.

Le châssis ne repose sur les bogies qu'en trois points; il est porté par le pivot du premier bogie et par les deux supports latéraux fixés sur le bogie d'arrière; cette disposition évite des répartitions trop inégales des charges sur des voies mal assises.

Ce bogie est muni d'une écope pour la prise d'eau en route.

Locomotive compound à 4 cylindres, 2/4, n° 4000, du London and North Western. — Dans cette machine, construite à Crewe, M. Webb, ingénieur en chef de la Compagnie, qui en a établi les plans, a cherché comme M. Von Borries à bien équilibrer les masses tournantes et à réaliser les avantages des compound à quatre cylindres tout en évitant la complication de deux mécanismes de distribution. Dans ce but, M. Webb a abandonné la disposition de ses compound à trois cylindres, dont il construisit la première en 1880. Dans la locomotive exposée, les quatre cylindres sont juxtaposés au-dessus du bogie, leurs pistons attaquent le même essieu. L'enveloppe de la boîte à feu se raccorde directement avec le corps cylindrique; le ciel du foyer, en cuivre,

est armaturé par des fermes longitudinales suspendues au berceau cylindrique; les tôles de l'enveloppe et les plaques de cuivre sont assemblées directement, c'est-à-dire sans cadre de porte, ni cadre inférieur de foyer; la plaque arrière et les flancs du foyer et de la boîte à feu se prolongent au-dessous de la grille qui se trouve ainsi entourée d'une lame d'eau. Celle-ci est percée d'ouvertures ménagées à l'avant pour l'arrivée d'air et en dessous pour l'enlèvement des cendres et scories. Le foyer est pourvu d'un cendrier fermé.

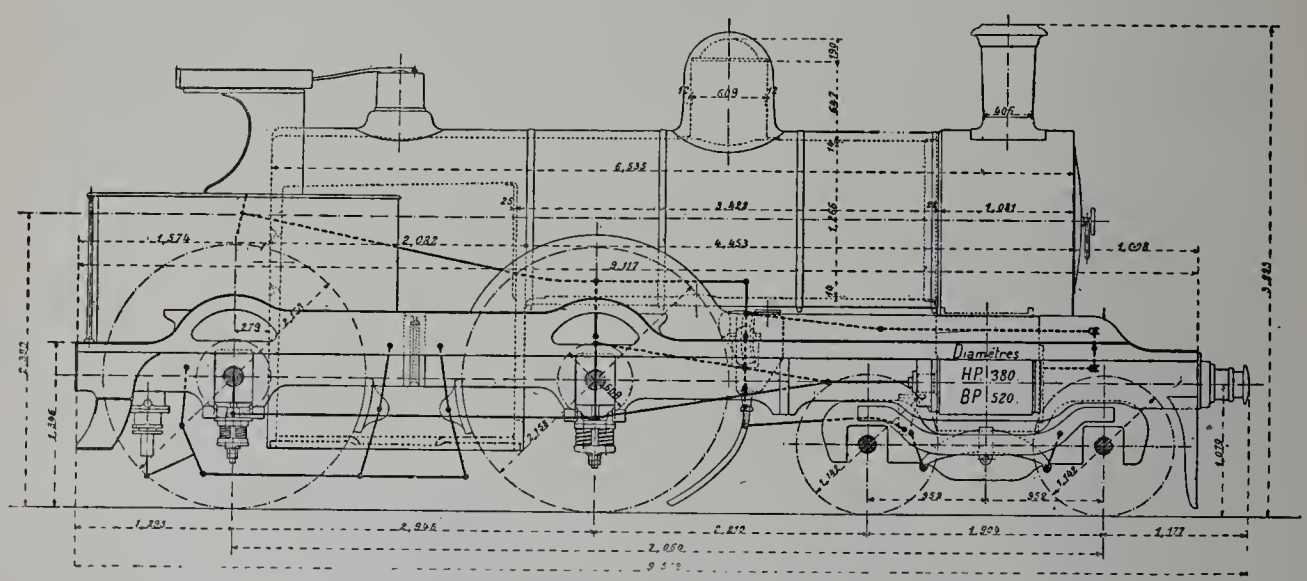


Fig. 23. — Locomotive 2/4, n° 4000, du London and North Western Railway.

La plaque arrière de la boîte à feu est reliée à la plaque tubulaire de boîte à fumée par neuf tirants. Les deux plaques tubulaires sont reliées entre elles par quatre tubes de forte épaisseur, portant des écrous extérieurs aux plaques et formant ainsi tirants. Le régulateur, placé dans le dôme, est du type à soupape équilibrée. L'essieu moteur est du type dit *built up*, c'est-à-dire composé de neuf morceaux assemblés. Les manivelles des cylindres H.P., B.P., correspondants sont calées à 180 degrés. Les coussinets sont calés à la presse dans leur logement et sans joues suivant la disposition américaine. Les roues n'ont point de contrepoids à la jante; les faibles contrepoids nécessaires avec la disposition adoptée sont obtenus par des masses de plomb coulées dans des cavités ménagées dans les corps de roues symétriquement aux boutons de manivelles, et par la forme donnée aux manivelles des essieux coudés. La suspension est effectuée par des ressorts en spirale placés au-dessous des boîtes des essieux couplés. Le bogie est à longerons intérieurs; le pivot supportant la charge se meut latéralement dans un guide circulaire de façon à éviter ses déplacements transversaux en alignement. Sa suspension est obtenue par deux ressorts à lames compris chacun entre deux flasques, portant sur les boîtes. Les grands cylindres sont à l'intérieur des longerons, eux-mêmes intérieurs aux roues. Il n'y a, par jeu de cylindres H.P. et B.P., qu'un seul mécanisme de distribution qui est du type Joy. Le tiroir de chaque cylindre à basse pression est actionné directement par un mécanisme Joy et la tige de ce tiroir transmet

le mouvement au tiroir du cylindre à haute pression correspondant par l'intermédiaire d'un balancier logé entre les cylindres et la traverse de tête. Cette disposition équivaut à une distribution réalisée par deux mécanismes de distribution qui seraient calés à 180 degrés l'un de l'autre; elle ne présente pas les avantages résultant de l'indépendance des deux mouvements de distribution.

Les tiroirs à haute pression sont cylindriques et les tiroirs B. P. plans avec compensateurs à barrettes. Il n'y a aucune disposition pour faire concourir le groupe des cylindres B. P. aux démarrages. Il a été fait dans la construction de cette machine un large emploi de l'acier moulé pour les roues, caissons, entretoises du châssis, supports des glissières, glissières de plaques de garde, etc.

D'après la notice distribuée, cette machine a remorqué, entre Londres et Crewe, un train de 344 tonnes, non compris la machine et le tender, à une vitesse moyenne de 80 kilom. 4, avec une consommation de charbon de 12 kilogr. 32 par kilomètre.

Le tender à trois essieux est muni d'une écope de prise d'eau; une pancarte rappelait que ce système a été inventé par Ramsbottom, alors ingénieur en chef du London and North Western, et mis en service pour la première fois sur les voies de cette compagnie il y a plus de quarante ans. La locomotive exposée à Londres en 1862 par le London and North Western Railway était munie de cette écope.

Locomotives compound à quatre cylindres, 2/4, des Compagnies du Midi, n° 1765, et de Paris-Orléans, C.20 [1]. — La machine du Midi a été construite en 1897 au Creusot (n° de fabrication 2633) et la machine du P. O. par la Compagnie française de constructions mécaniques (anciennement Cail et Cie, n° de fabrication 2490).

Ces deux locomotives sont presque identiques: elles ne diffèrent que par des détails. Leurs chaudières Belpaire ne comportent aucun dispositif spécial facilitant la dilatation de la plaque tubulaire du foyer. Le corps cylindrique est de forme télescopique. La grille est fortement inclinée afin que le combustible descende de lui-même vers l'avant (15 degrés pour la machine du Midi). Les bogies sont à longerons extérieurs, à plaques d'appui planes et à déplacement transversal du pivot; ce déplacement est de 25 millimètres de chaque côté pour la machine du Midi.

Il n'a pas été jugé utile de relier les ressorts de suspension des essieux couplés par des balanciers. Les longerons sont à l'intérieur des roues; leur entretoisement est fait par des tôles et des cornières. Les essieux coudés sont du type dit à corps oblique, avec plateaux-manivelles circulaires contre les roues; les manivelles des cylindres H.P. et B.P. d'un même côté sont calées à 162 degrés l'une de l'autre. Pour le démarrage, une prise de vapeur spéciale permet d'envoyer de la vapeur vive dans le réservoir intermédiaire (où la pression est limitée à 6 kilogrammes par une soupape) et des robinets à trois voies, commandés par un servo-moteur, dirigent dans l'échappement la vapeur sortant des petits cylindres. Les axes des cylindres à haute et à basse pression sont

[1] Voir la *Revue générale des chemins de fer*, n° de novembre 1900.

C. F. E.

horizontaux. Les mécanismes de distribution des quatre cylindres sont du type Walschaerts; l'appareil de changement de marche est double; les tiroirs sont plans. Les appareils du frein continu sont du système Wenger.

La locomotive de l'Orléans présente comme particularité une plaque tubulaire de boîte à fumée en cuivre rouge et un bouilleur Ten-Brinck dans son foyer. Notons que, parmi toutes les locomotives exposées, nous n'avons trouvé qu'une seule autre application de ce bouilleur faite au foyer de la locomotive Thuile exposée par le Creusot.

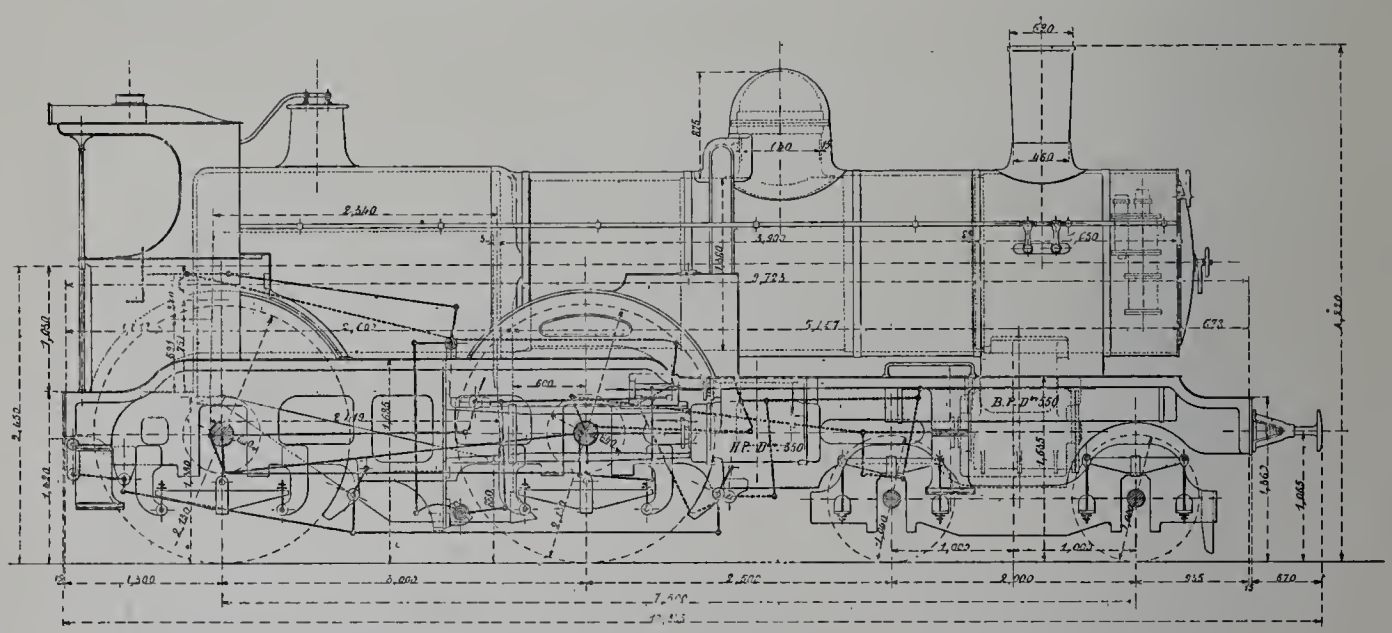


Fig. 24. — Locomotives 2/4 des chemins de fer du Midi, n° 1765, et de Paris-Orléans, C. 20.

Les tenders des deux locomotives Midi et P. O. sont montés sur trois essieux qui ne sont pas équidistants : l'essieu du milieu est à 1 m. 750 de l'essieu d'avant et à 1 m. 450 de l'essieu d'arrière. Aucun balancier ne relie les six ressorts de suspension. Les caisses à eau ont une grande capacité : 15 m³ 8 au Midi, 17 mètres cubes à l'Orléans.

Pour ces deux machines les mécanismes de distribution Walschaerts sont commandés indépendamment l'un de l'autre par deux appareils de changement de marche. Les tiroirs sont plans. L'appareil de démarrage, du type appliqué depuis plusieurs années par le Nord et par le Midi, fait échapper les cylindres H. P. directement dans l'atmosphère.

La locomotive n° 1765 du Midi fait partie d'un lot de 24 machines construites de 1896 à 1899; sur les lignes de Bordeaux à Cette et de Bordeaux à Bayonne, présentant des déclivités maxima de 5 millimètres par mètre, ce type permet de remorquer à la vitesse de 100 kilomètres à l'heure un train de 175 tonnes, et à la vitesse de 80 kilomètres à l'heure un train de 300 tonnes; ces charges ne comprennent pas le poids de la machine et du tender.

La locomotive de l'Orléans fait partie d'un lot de 25 machines (C. N°s 1 à 25) construites en 1899-1900.

Locomotive compound à quatre cylindres, 2/4, n° 2411, de la Compagnie de l'Est[1]. — La locomotive exposée par l'Est, et construite dans ses ateliers d'Épernay, fait partie d'un groupe de 32 locomotives construites spécialement en vue de la remorque des trains express de la ligne de Paris à Belfort. Ces deux villes présentent une différence d'altitude de 311 mètres que la ligne rachète par de longues rampes de 6 millimètres.

Le programme a été de remorquer sur cette ligne des trains de 250 tonnes, à la vitesse moyenne de marche de 90 kilomètres, avec une locomotive du type 2/4, la charge par essieu couplé étant de 17 tonnes.

La disposition compound à quatre cylindres fut adoptée à la suite d'essais comparatifs faits par l'Est en 1897[2].

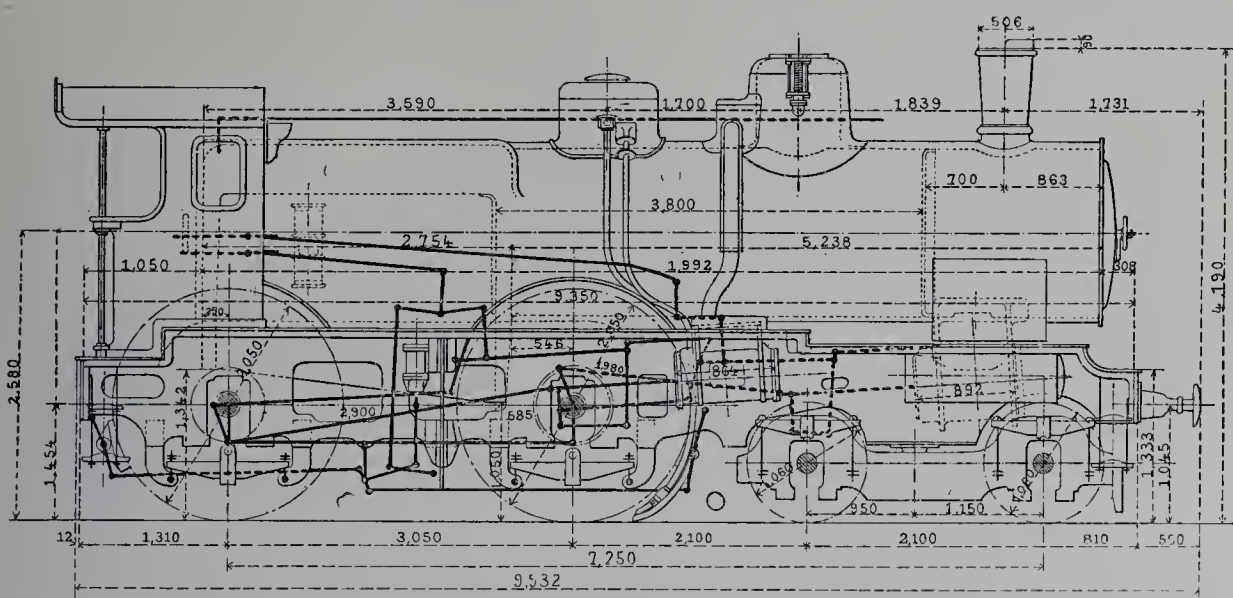


Fig. 25. — Locomotive 2/4, n° 2411, des chemins de fer de l'Est.

Les ingénieurs de l'Est se sont proposé de réaliser toute la puissance de chaudière que permettent les poids sur rails de 17 tonnes pour les deux paires de roues motrices et de 24 tonnes pour le bogie.

Le corps cylindrique de la chaudière, dont l'axe est placé à 2 m. 580 au-dessus du rail, reçut le diamètre moyen de 1 m. 463 qui permet d'y placer 140 tubes Serve de 70 millimètres de diamètre donnant une section pour le passage des gaz de 0 m² 425 et, pour une longueur de 3 m. 800 seulement entre les plaques tubulaires, une surface de chauffe de 194 m² 91. Le foyer dont la grille a 2 m² 52 de superficie présente lui-même une surface de chauffe de 12 m² 60 qui, ajoutée à celle des tubes, porte à 207 m² 51 le développement total de la surface de chauffe.

La chaudière, à corps télescopique, a un foyer Belpaire dont les trois premières rangées de tirants sont à étriers, de façon à permettre la libre dilatation de la plaque tubulaire. Le foyer est muni d'une voûte et d'un cendrier fermé. La grille, inclinée de

[1] Voir *Revue générale des chemins de fer*, numéro d'août 1900.

[2] Voir *Revue énérale des chemins de fer*, numéro de septembre 1897.

7 degrés, a un jette-feu à l'avant[1]. L'essieu coudé est à quatre manivelles elliptiques frettées. Les roues motrices sont à corps légérement conique, afin d'avoir plus d'espace pour les diverses parties de l'essieu coudé. Le bogie est à longerons extérieurs aux roues; son pivot a un déplacement transversal de 45 millimètres de chaque côté de sa position normale. Le régulateur, placé dans une boîte spéciale, en avant du dôme, est à tiroir horizontal (type Crampton). Les mécanismes de distribution Walschaerts sont commandés soit simultanément, soit indépendamment l'un de l'autre au moyen de deux vis de changement de marche placées l'une au-dessus de l'autre. L'appareil de démarrage est d'un type particulier, étudié à la Compagnie de l'Est. Il consiste en une boîte placée contre le réservoir intermédiaire et à laquelle aboutissent les tuyaux d'échappement des cylindres H.P. Cette boîte communique par un orifice avec le réservoir intermédiaire et, par un second orifice, avec la colonne d'échappement. Chacun de ces orifices est fermé par un clapet; les deux clapets sont manœuvrés simultanément par une tringle dont la poignée est à la portée du mécanicien. Un robinet spécial permet d'envoyer de la vapeur de la chaudière dans le réservoir intermédiaire où une soupape limite la pression à 6 kilogrammes. Ces dispositions permettent de faire fonctionner à simple expansion les deux groupes de cylindres, ou seulement l'un d'eux. Une autre soupape permet l'introduction de l'air dans ce réservoir lors de la marche à régulateur fermé. Parmi les dispositions particulières, nous rappellerons l'application de deux appareils à brûler le goudron, du système Vétillard et Scherding; du graisseur mécanique, dit *télescopompe,* de M. l'ingénieur E. Bourdon; de la pompe dite *à deux phases,* de la Compagnie de Fives-Lille pour la compression de l'air du frein Westinghouse.

Le tender, pouvant contenir 20 mètres cubes d'eau, est monté sur trois essieux dont la position a été déterminée de façon que, quel que soit le degré d'épuisement des approvisionnements, la paire de roues d'avant soit toujours la plus chargée. A cet effet, l'essieu du milieu est à 2 m. 150 de l'essieu d'avant, et à 1 m. 850 de l'essieu d'arrière et les ressorts de cet essieu intermédiaire sont plus flexibles que les quatre autres.

Locomotive compound à quatre cylindres, 2/4, n° 533 de la Compagnie de l'Ouest. — Cette machine a été construite par la Compagnie de l'Ouest dans ses ateliers de Sotteville.

Tout en reproduisant les dispositions d'ensemble des machines françaises, du même type, qui se trouvent réunies à Vincennes, la locomotive 533 s'en distingue par des détails de construction fort bien étudiés et par son aspect général, qui est des plus satisfaisants.

La chaudière est à foyer Belpaire; les tirants qui soutiennent le ciel sont tous rigides. Le foyer est muni d'une voûte et d'un cendrier fermé; sa grille, inclinée de

[1] Depuis la fermeture de l'Exposition, l'Est a porté à 13 degrés 30 l'inclinaison de la partie médiane de la grille de ce type de locomotives, la partie d'arrière de 0 m. 750 de longueur ainsi que la partie d'avant de 0 m. 330 qui forme jette-feu étant horizontales.

Cette inclinaison convient mieux, en effet, aux combustibles employés par l'Est.

13 degrés, a un jette-feu. Le dôme, plus rapproché du foyer que de la boîte à fumée, renferme le régulateur à tiroir vertical. Une tubulure, placée à l'avant de la boîte à fumée allongée, facilite la vidange de cette boîte.

Le bogie est du type étudié par la Compagnie de l'Ouest et déjà exposé par elle en 1889, sur la locomotive n° 951, c'est-à-dire à longerons intérieurs aux roues et à déplacement latéral de 40 millimètres de chaque côté de la position normale. La seule modification apportée a été le jumelage des ressorts de rappel. Tout le poids de l'avant de la machine est transmis au pivot par les cylindres à basse pression, mais, pour diminuer la fatigue de ceux-ci, une tôle très épaisse, assemblée aux deux longerons, est interposée entre ces cylindres et la plaque d'appui annulaire du pivot.

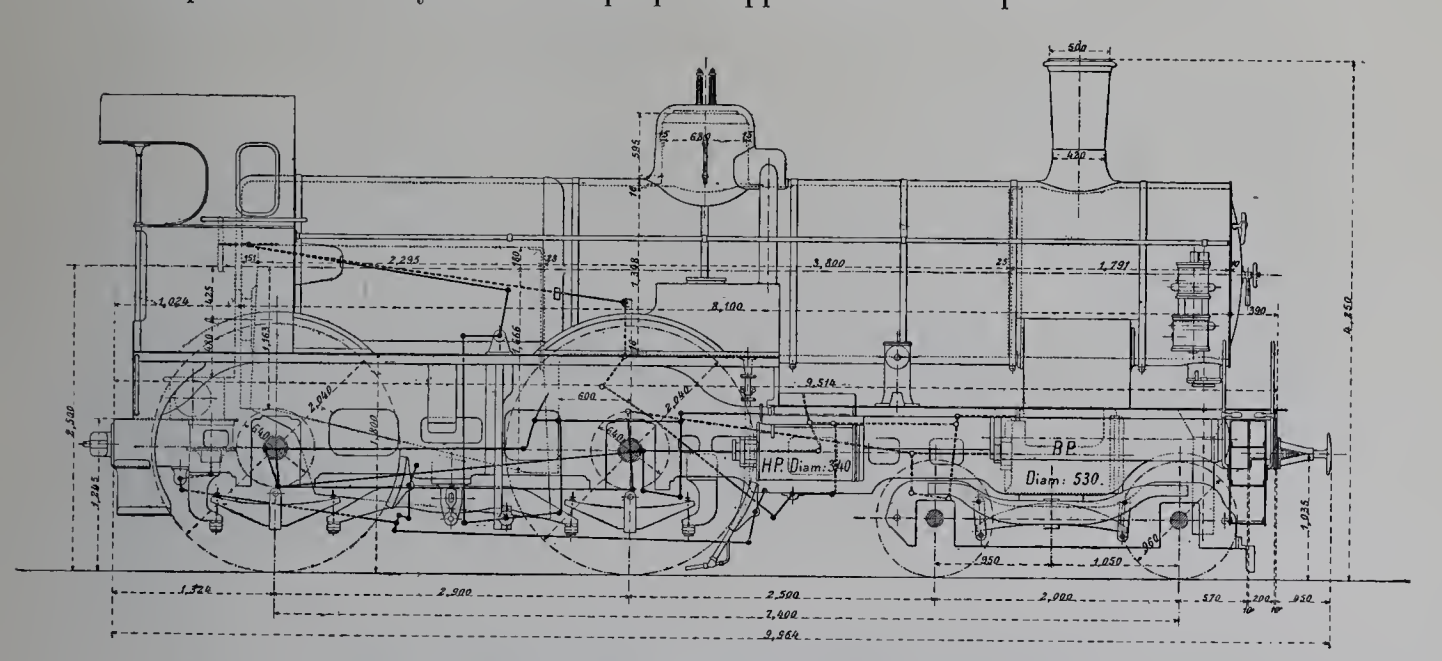


Fig. 26. — Locomotive 2/4, n° 533, des chemins de fer de l'Ouest.

Les longerons sont entretoisés par deux fortes pièces en acier coulé : un caisson supportant l'arrière des glissières B. P., et une sorte de grande cornière contre le foyer. Des balanciers longitudinaux relient les ressorts de suspension des roues couplées. Les axes des cylindres H. P. et B. P. sont horizontaux; l'essieu coudé est à corps oblique; les glissières des boîtes à huile sont en une seule pièce d'acier moulé. Les corps des roues couplées sont droits. Les contrepoids équilibrent la totalité des pièces tournantes et environ la moitié de la résultante des deux mouvements alternatifs, à raison d'un quart par paire de roues. Les manivelles B. P. sont calées à 180 degrés des manivelles H. P.

Les distributions, du type Walschaerts, sont indépendantes et commandées séparément ou simultanément par deux vis et un seul volant. Pour les démarrages, de la vapeur est envoyée dans le réservoir intermédiaire, et les cylindres H. P. échappent directement dans l'atmosphère, au moyen de robinets à trois voies, placés sur les conduites de vapeur, entre les cylindres H. P. et le réservoir intermédiaire. Ces robinets sont commandés par un cylindre à air comprimé, celui-ci est pris au réservoir principal du

frein Westinghouse. Le large emploi des pièces en acier moulé, pour la construction de cette machine, est à signaler.

Son tender n'était pas exposé.

Locomotive compound à quatre cylindres, 2/4, n° C. 91 de la Compagnie P.-L.-M.[1]. — Cette machine a été construite par la Société française de construction des Batignolles. Elle dérive des locomotives C. 21 à 60[2], de la même Compagnie, mises en service en 1894, dont elle diffère surtout par l'angle de calage de 180 degrés des manivelles H. P. et B. P. et par les dimensions de la chaudière. Celle-ci, du type

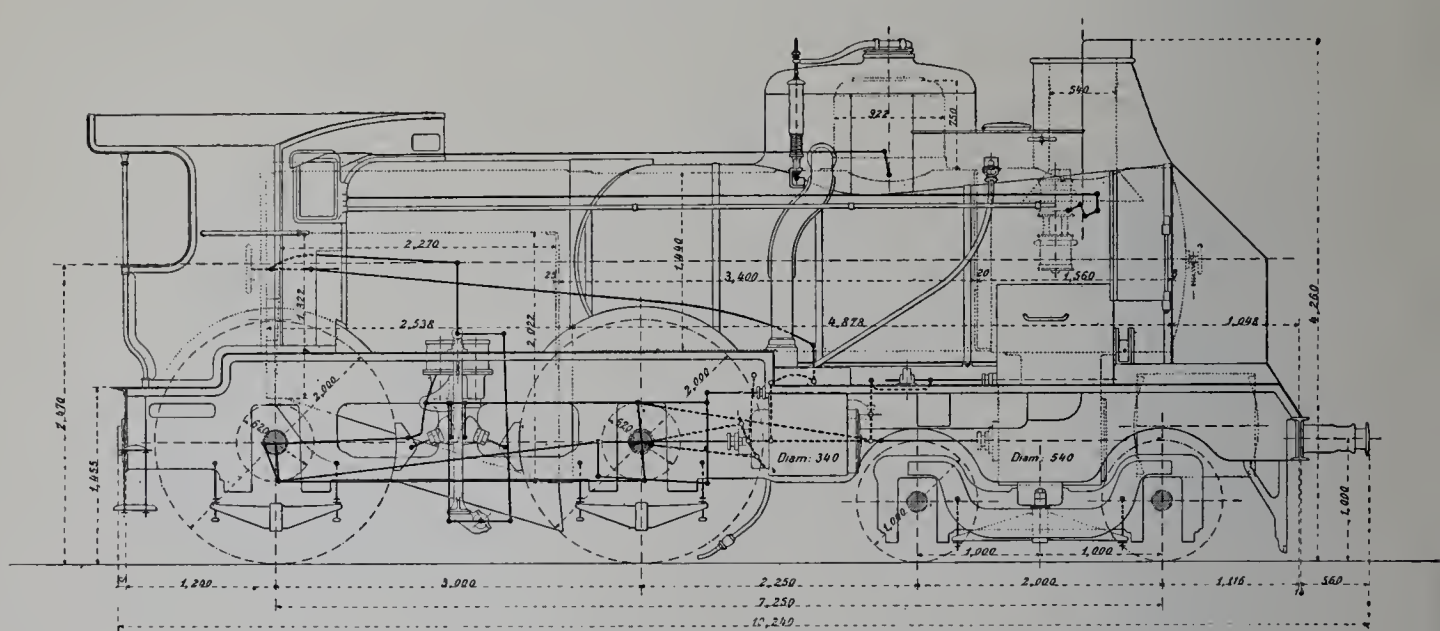


Fig. 27. — Locomotive 2/4, C 91, des chemins de fer de P. L. M.

Belpaire, ne comporte pas de dispositif spécial pour la dilatation de la plaque tubulaire; la grille très inclinée (18 degrés) a une voûte, un déflecteur, un jette-feu et un cendrier fermé; les tubes, du système Serve, n'ont que 3 m. 400 de longueur entre les plaques tubulaires. Afin d'avoir de la vapeur sèche ou tout au moins pour éviter de subits entraînements d'eau, le dôme forme une espèce de chambre de vapeur séparée de la chaudière par un diaphragme. La vapeur y est amenée par deux tuyaux en col de cygne, l'un très court, débouchant directement dans le corps cylin-

[1] Voir le numéro d'août 1900 de la *Revue générale des chemins de fer*.

[2] Décrites dans le numéro de mai 1896 de la *Revue générale des chemins de fer*. Nous rappellerons ici que le P.-L.-M. a établi les plans de ses premières locomotives compound en 1886 et 1887. La construction de six locomotives de trois types, à roues de 2 mètres, de 1 m. 500 et de 1 m. 260, s'est poursuivie des mois d'août 1887 à mars 1889. La première de ces six machines fut terminée le 31 décembre 1888.

Ces trois types avaient des chaudières d'acier timbrées à 15 kilogrammes et quatre cylindres agissant deux par deux, sur deux essieux différents accouplés entre eux; ils ont été les premiers réunissant ces trois caractères que nous trouvons à l'Exposition de 1900 s'être généralisés sur les six grands réseaux français.

drique au milieu du dôme, l'autre, très long, allant prendre la vapeur au-dessus du ciel du foyer par d'étroites fentes percées à la partie supérieure de ce tuyau. Le régulateur, contenu dans le dôme, est à double tiroir presque vertical. L'échappement est variable; dans l'axe de la cheminée est monté un noyau central fixe, en forme de cigare, disposé de manière à épanouir le jet de vapeur et à augmenter par suite son action. Les longerons en tôle d'acier sont entretoisés par un caisson en acier moulé au droit des cylindres H. P. Les glissières de plaque de garde sont en acier moulé, d'une seule pièce.

Le bogie est d'un type spécial à longerons intérieurs et à pivot supportant la charge. Ce pivot a la forme d'une rotule sphérique. La crapaudine repose sur des surfaces héliçoïdales et est entraînée par le pivot lorsque celui-ci tourne autour de son axe vertical, de telle sorte que tout déplacement angulaire du bogie amène un soulèvement de l'avant de la machine; le poids seul de la locomotive tend ainsi à ramener le bogie dans sa position normale. Le rappel des déplacements latéraux (de 15 millimètres de chaque côté de la position centrale) est également produit par la gravité, le support de la crapaudine se déplaçant sur deux plans inclinés de sens inverses. Ce bogie est le seul exposé présentant ces modes de rappel des déplacements. La traverse portant la crapaudine est boulonnée aux longerons du bogie, et ceux-ci portent par des équerres sur les dessus des ressorts de suspension à lames, compris entre deux flasques. Celles-ci forment balanciers et portent sur le dessus des boîtes à huile. Afin d'éviter que le bogie ne soit fou autour d'un axe horizontal passant par les points d'appui sur ces ressorts, deux bielles verticales, placées dans le plan médian de la machine, relient celle-ci au bogie.

La distribution des cylindres extérieurs est du type Walschaerts, celle des cylindres B. P. du type Gooch. Le changement de marche est d'un type spécial à une seule vis qui ne commande que l'écrou correspondant à la H. P. Cet écrou entraîne une pièce reliée à la barre de relevage de la distribution B. P., alors seulement qu'il s'est déplacé d'une certaine quantité de part et d'autre de sa position moyenne. Il en résulte que les cylindres B. P. ont une admission constante d'environ 70 p. 100 pour les marches avant et arrière. Les manivelles des cylindres H. P. et B. P. sont calées à 180 degrés les unes des autres. Les contrepoids des roues sont établis de façon à équilibrer complètement les réactions verticales sur le rail. L'appareil de démarrage comprend un robinet permettant d'envoyer de la vapeur de la chaudière dans le réservoir intermédiaire et deux robinets à trois voies, commandés par de l'air comprimé, intercalés dans la conduite de vapeur sortant des cylindres H. P. et permettant de faire communiquer ceux-ci avec l'échappement. Nous rappellerons que les compound du P. L. M. construites antérieurement à la C. 91 n'ont comme appareil de démarrage qu'un simple robinet permettant d'envoyer de la vapeur dans le réservoir intermédiaire. Les cylindres H. P. ne peuvent pas échapper directement dans l'atmosphère. Notons l'emploi d'enveloppes en forme de coupe-vent en avant de la boîte à fumée, en avant et en arrière de la cheminée et du dôme et en avant de l'abri.

IMPRIMERIE NATIONALE.

Cette locomotive C. 91 est munie : de la sablière à vapeur Gresham; du frein Westinghouse-Henry; du chronotachymètre P. L. M.; des appareils de chauffage par la vapeur type P. L. M.

Le tender de cette machine n'était pas exposé.

Locomotive compound à quatre cylindres, 2/4, n° 22 des chemins de fer de l'État prussien (Direction de Hanovre)[1]. — Cette locomotive a été construite dans les ateliers de la Hannoversche Maschinenbau Actien Gesellschaft, sur les plans de M. von Borries. Elle porte le numéro de fabrication 3408. M. von Borries a cherché à équilibrer aussi complètement que possible les efforts dus aux pistons et aux masses en mouvement, puis, en outre, à simplifier les mécanismes de distribution. A cet effet, les quatre cylindres sont juxtaposés au-dessus du bogie, et les quatre bielles attaquent l'essieu couplé d'avant. Les manivelles du petit et du grand cylindre, placés du même côté de la machine, sont disposées à 180 degrés l'une de l'autre.

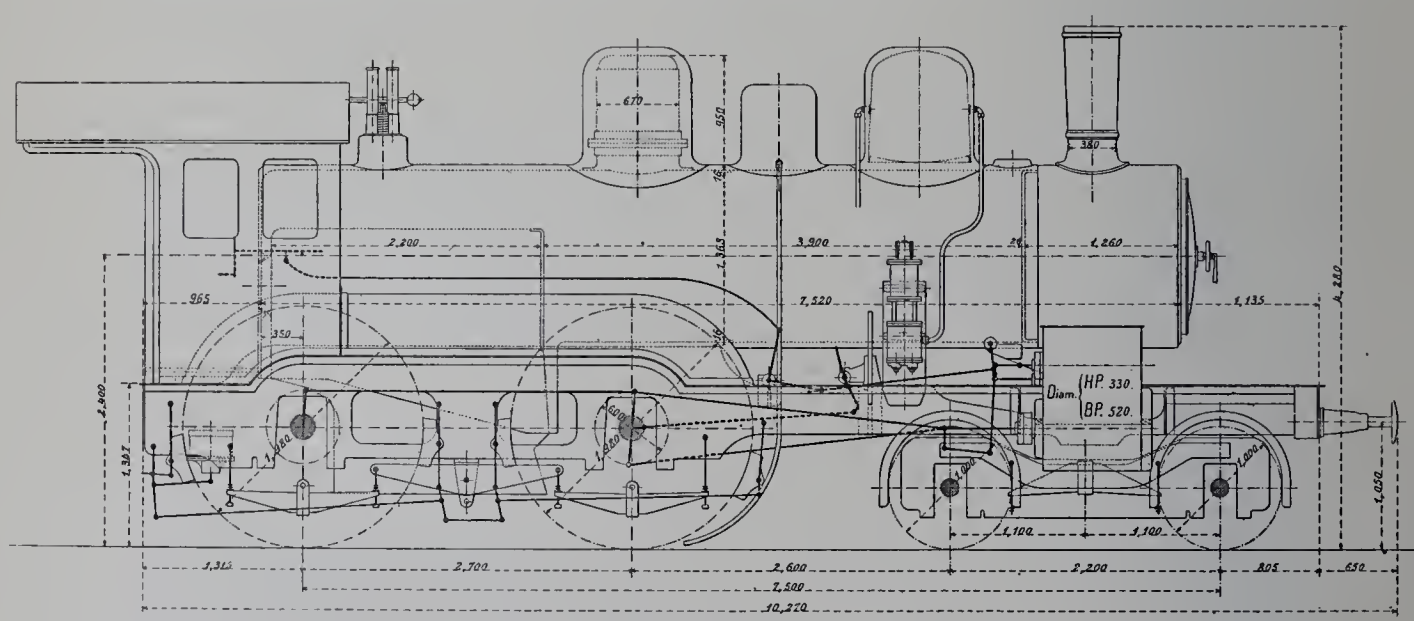


Fig. 28. — Locomotive 2/4, n° 22, de l'État prussien.

La chaudière est du type normal prussien, à enveloppe du foyer à berceau cylindrique; la grille, inclinée de 12 degrés, n'a pas de jette-feu. Le corps cylindrique est formé de deux viroles de même diamètre assemblées par un couvre-joint annulaire ex-

[1] Après la fermeture de l'Exposition cette locomotive a été comparée à la locomotive 2/4 à simple expansion et à surchauffeur exposée par Borsig, et à une compound à deux cylindres 2/4 du type normal prussien. Entre Hannover et Stendal, elle a remorqué des trains de 278 tonnes, à la vitesse moyenne de marche de 89,4 kilomètres. La puissance utile développée par kilogramme de charbon et par heure a été de 0,53 cheval indiqué. Cette puissance a été de 0,50 pour la locomotive à surchauffeur et de 0,48 pour la compound à deux cylindres. L'allure de la compound à quatre cylindres a été remarquablement stable et douce.

Ces premiers résultats semblent donc favorables; toutefois d'après les diagrammes il semble utile d'agrandir les lumières des cylindres. (Voir la 10e livraison de 1901 de *Organ für die Forschritte des Eisenbahnwesens.*)

térieur. La vapeur est prise au haut du dôme placé sur la virole d'arrière, par un régulateur à tiroir vertical; à la base de ce dôme est une cloche pour arrêter l'eau entraînée.

Le bogie est à longerons intérieurs et à déplacement transversal. Contrairement à ce qui se fait généralement en Prusse, le pivot ne porte aucune charge, il est seulement directeur. Chaque longeron appuie sur le collier d'un grand ressort à lames, attaché à deux flasques, entre lesquelles il est compris; les extrémités de ces flasques, formant balanciers, portent sur les dessus des boîtes à huile.

Chaque longeron est en deux parties; il est formé, à l'avant, d'une pièce en fer forgé, à section rectangulaire, qui règne le long des cylindres, et, à l'arrière, d'une tôle de 25 millimètres d'épaisseur. Les longerons en tôle sont entretoisés en avant du foyer et autour de l'essieu coudé par une sorte de caisson sans fond, en tôles et cornières. Les glissières des plaques de garde sont en une pièce d'acier coulé. Les ressorts de suspension des roues couplées sont reliés par deux balanciers longitudinaux, et leurs tiges de suspension travaillent par compression. Les cylindres à haute pression sont intérieurs, ce qui a permis de placer le tuyau de prise de vapeur dans l'intérieur de la boîte à fumée. Les cylindres sont fondus par paire, le cylindre H.P. et le cylindre B.P. d'un même côté ne formant qu'une seule pièce. Cette disposition a entraîné le mode de construction spécial des longerons, dont les parties à section rectangulaire s'encastrent dans les cylindres auxquels ils sont attachés par des boulons verticaux. La distribution des quatre cylindres est du type Walschaerts simplifié; elle est commandée par un unique changement de marche à vis; il n'y a qu'une coulisse pour chaque groupe de cylindres H. P. et B. P. d'un même côté. Cette coulisse transmet un mouvement d'oscillation à un arbre portant deux bras auxquels sont articulés les deux pendules commandés à leur extrémité inférieure par les têtes des pistons des deux cylindres correspondants. La tige de commande du tiroir B. P. est articulée au-dessus du point de suspension du pendule, et la tige actionnant le tiroir H. P., au-dessous de ce point; de cette façon, l'excentrique unique correspond à la course AV pour l'un des cylindres et à la course AR pour l'autre. Les proportions des bras auxquels sont articulés les pendules[1] sont telles que la vapeur, étant admise à 40 ou à 50 p. 100 dans les cylindres H. P., le soit respectivement à 60 ou à 70 p. 100 dans les cylindres B. P. Pour les démarrages, un canal ménagé dans le petit tiroir du régulateur envoie un peu de vapeur sur les pistons B. P. Les cylindres H.P. n'ont pas d'échappement direct dans l'atmosphère. Les tiroirs de la haute pression sont cylindriques, ceux de la basse pression sont plans, équilibrés et leurs glaces sont horizontales. Les têtes de tiges de piston sont du type à glissière unique; les quatre glissières prennent appui à leur extrémité arrière sur une forte tôle de 30 millimètres d'épaisseur qui règne sur toute la largeur de la machine et forme entretoise. Signalons encore que les roues motrices sont freinées par une timonerie à huit sabots; le réservoir d'air principal et la sablière ont la forme de dômes

[1] La longueur des biellettes qui actionnent l'extrémité inférieure de ces pendules est réglable au moyen d'écrous vissés sur une partie filetée.

et sont placés sur le corps cylindrique; une lanterne éclaire l'abri, dont la rampe est fermée par des portes en tôle.

Cette courte description montre que certaines dispositions ont été inspirées par les méthodes de construction américaine. Ajoutons que lors des essais faits avant son envoi à l'Exposition, cette locomotive a, d'après M. von Borries, remorqué un train de voitures à intercirculation de 320 tonnes, à la vitesse-type de 85 kilomètres à l'heure, qui descendit à 65 kilomètres sur une rampe de 5 millimètres, de telle sorte que, dans l'un et l'autre cas, la puissance développée fut de 1,000 chevaux environ. A la vitesse de 110 kilomètres l'allure de la machine a été très stable.

Le tender est du type normal prussien, à trois essieux, dont les deux d'arrière sont conjugués par des balanciers.

Locomotive compound à quatre cylindres, 2/4, n° 261, du Central suisse. — Cette machine a été construite par les ateliers de Winterthur (n° de fabrication 1286) en vue de remorquer une charge de 240 tonnes, sur des rampes continues de 10 millimètres, à la vitesse de 45 kilomètres à l'heure.

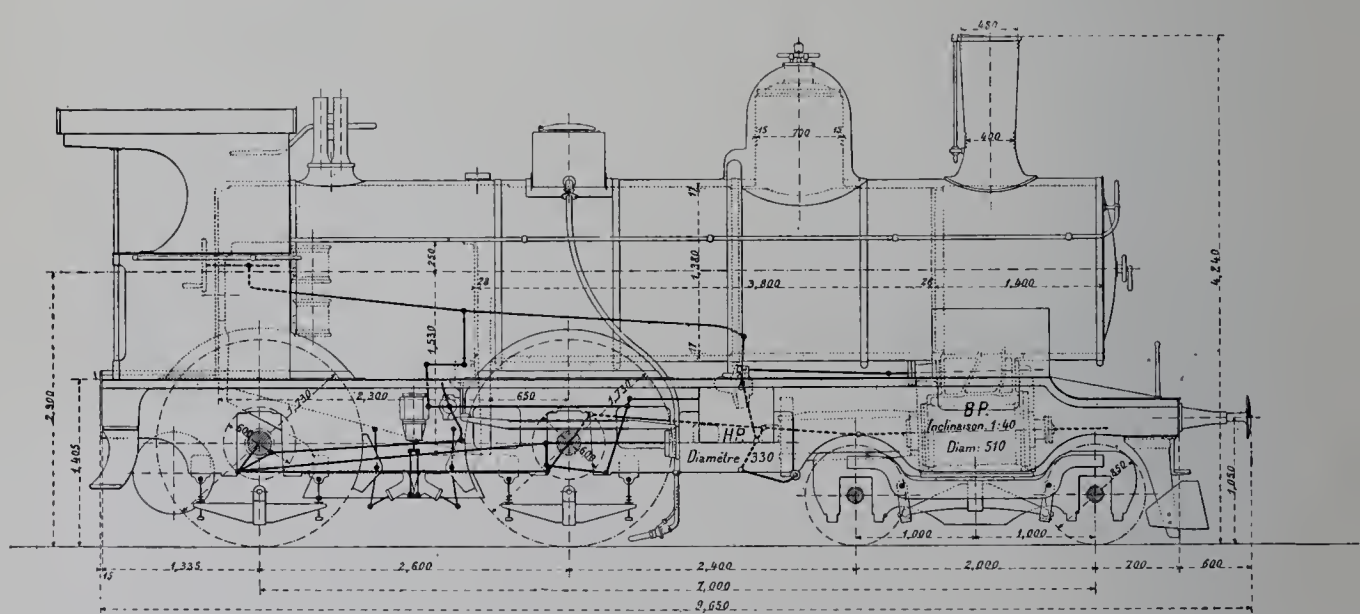


Fig. 29. — Locomotive 2/4, n° 261, du Central suisse.

La chaudière est du type Crampton, le foyer a une voûte et est armaturé directement au berceau cylindrique par des tirants verticaux dont les deux premières rangées sont à dilatation. Le berceau cylindrique est armaturé par huit tirants transversaux. La boîte à fumée est allongée. Le foyer profond a une grille inclinée de 15 degrés et est muni d'un cendrier fermé. Le régulateur, placé dans le dôme, est du type américain à soupape équilibrée à deux sièges, il est commandé à l'aide d'un levier se manœuvrant comme les régulateurs du type Crampton. La disposition relative des cylindres est la même que dans les compound françaises à quatre cylindres. Le châssis, à longerons intérieurs, est entretoisé entre les cylindres à haute pression par une pièce

en acier moulé formant support de glissières des cylindres B. P., par un caisson en tôles et cornières et par une tôle horizontale, rivée aux longerons par des cornières, qui s'étend jusqu'à l'avant de la boîte à feu; les glissières de plaque de garde sont en acier moulé.

Les tiroirs H. P. et B. P. sont équilibrés. Les tiges de piston sont munies de garnitures métalliques du type United States et les contre-tiges des cylindres B. P. de garnitures métalliques rigides. L'essieu coudé est du type usuel à quatre manivelles. Pour une série de ces machines, les manivelles intérieures sont à 180 degrés des manivelles extérieures. Pour une autre série, l'angle de calage a été réduit à 135 degrés, ce qui, dit-on, donnerait des démarrages plus rapides. La distribution des cylindres extérieurs est du type Walschaerts, celle des cylindres intérieurs du type Joy; les deux distributions sont solidaires l'une de l'autre et commandées par un unique changement de marche à vis. L'arbre à coulisses de la distribution Joy sert en même temps à relier les distributions des cylindres extérieurs. Le mécanisme de démarrage consiste en une simple soupape qui est ouverte par le mécanisme de changement de marche, quand la marche est à fond de course avant ou arrière. Cette soupape prend la vapeur sur l'un des tuyaux venant du régulateur et l'envoie directement dans les cylindres B. P. Le bogie est du type à longerons intérieurs aux roues, à déplacement transversal, ramené par des ressorts à lames. La charge est portée par le pivot qui présente une large surface annulaire. Le bâti du bogie est porté par deux ressorts à lames compris entre des balanciers s'appuyant sur le dessus des boîtes à huile.

La machine est munie des appareils du frein Westinghouse, de l'indicateur de vitesse Hausshälter, du graisseur de cylindres Nathan, des appareils de chauffage par la vapeur, d'une sablière Gresham.

Le tender est monté sur trois essieux; sa suspension des quatre roues d'arrière est conjuguée par des balanciers. Il est muni de tampons radiaux, de tiges de suspension à chape fermée, de rotules d'accouplement métalliques et de portes de rampe en tôle.

Locomotive à simple expansion, 2/5, n° 2903, des chemins de fer de l'État français. — Cette machine, construite par les établissements Baldwin, était exposée par eux. Elle comporte deux essieux moteurs, un bogie à l'avant et un essieu porteur à l'arrière de la boîte à feu. Il convient de rappeler que ce type de construction a pris naissance aux États-Unis en 1895, dérivant d'un type dit *Columbia,* construit à un petit nombre d'exemplaires seulement, composé d'un bissel à l'avant, de deux essieux moteurs et d'un essieu porteur à l'arrière. Après quelques essais, cette disposition fut reconnue ne pas convenir pour les grandes vitesses et fut modifiée par le remplacement du bissel par le bogie. Mis en service au début sur l'Atlantic Coast R R. pour les trains express entre Philadelphie et Atlantic City, ce nouveau type a depuis lors été désigné sous le nom d'« Atlantic », et il a été principalement développé par la maison Baldwin.

La description de la machine compound à quatre cylindres, du type « Vauclain », construite par les mêmes établissements, pour les chemins de fer de l'État français,

nous dispense de nous étendre longuement sur cette locomotive, dans laquelle on retrouve les mêmes dispositions d'ensemble et de détail.

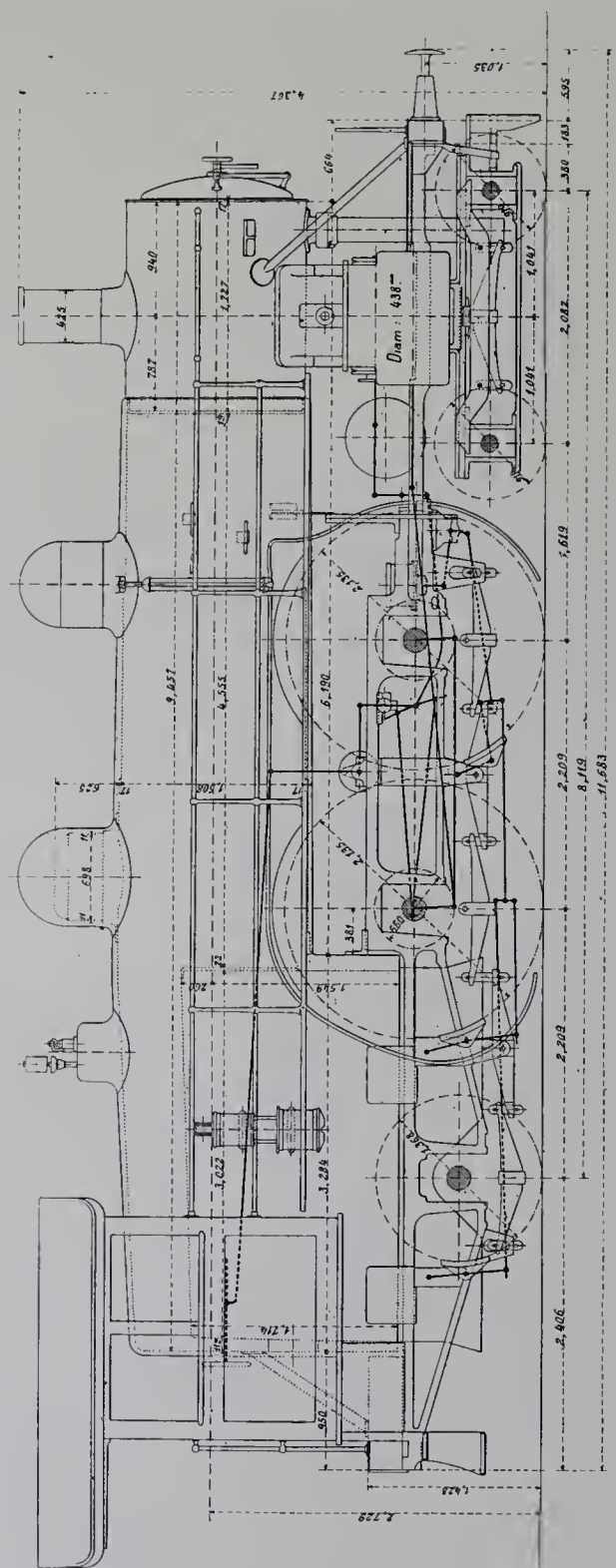


Fig. 30. — Locomotive 2/5, n° 2903, des chemins de fer de l'État français.

Il convient de noter dans la chaudière, en outre du foyer en cuivre exigé par les ingénieurs de l'État, la grande longueur donnée à la grille : 3 m. 033. Malgré cette grande longueur, les constructeurs ont dû, pour obtenir la surface de grille désirée,

faire déborder légèrement la boîte à feu au-dessus des longerons qui, pour ce motif, ont été abaissés en cet endroit. Comme cet abaissement est forcément limité, il en résulte que la grille est presque horizontale, ce qui doit rendre assez difficile et fatigante la conduite du feu lors de la remorque des trains express lourds. Le foyer est muni d'une voûte et d'un cendrier fermé.

Les tiroirs sont cylindriques et d'un type extrêmement simple; ils comprennent chacun deux pistons maintenus à l'écartement convenable sur leur tige par une entretoise, l'étanchéité est assurée par deux simples segments en fonte. Les suspensions des roues motrices et du support sont conjuguées par balanciers.

Le tender, sur deux bogies, est du type déjà décrit à propos de la compound Vauclain, il est muni d'une écope de prise d'eau en marche.

Locomotive à simple expansion, 2/5, n° 252, série II D, des chemins de fer du Nord de l'Empereur Ferdinand. — Cette machine, du type Atlantic, construite par les ateliers de Wiener-Neustadt (anciennement G. Sigl), porte le numéro de fabrication 4277. Six machines du même type ont été mises en service dès 1896 (voir à ce sujet le numéro d'août 1896 de *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*).

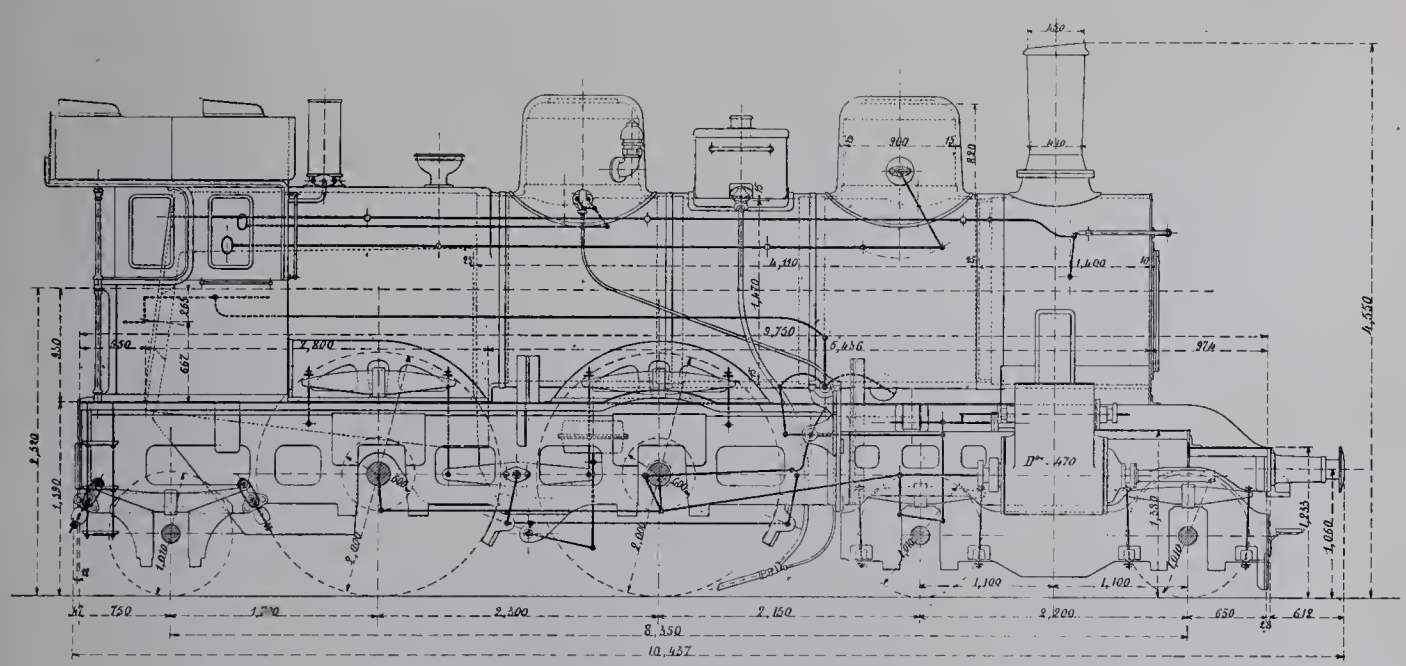


Fig. 31. — Locomotive 2/5, n° 252, des chemins de fer du Nord autrichien Empereur Ferdinand.

Ce type a été créé afin d'avoir une chaudière puissante, à grande grille, sans dépasser la charge de 14 tonnes par essieu. La chaudière est du type Crampton; le ciel du foyer est suspendu par des tirants verticaux au berceau cylindrique, et celui-ci est armaturé par des tirants transversaux. Le foyer, dont la grille est inclinée de 7 degrés, a un cendrier fermé. Il n'y a pas de cadre de porte. Deux dômes, reliés par un tuyau intérieur, sont placés sur le corps cylindrique; dans celui d'avant se trouve le régulateur à tiroir légèrement incliné, manœuvré par une tringle extérieure. Les ouvertures

pratiquées dans les viroles, et faisant communiquer les dômes avec la chaudière, n'ont qu'environ la moitié du diamètre des dômes, de façon à ne pas affaiblir la résistance du corps cylindrique.

Les longerons sont extérieurs aux roues et infléchis à l'avant, vers l'intérieur, chacun de 120 millimètres, pour permettre de placer les cylindres extérieurement au droit du bogie. Le châssis est entretoisé entre les cylindres par un caisson en tôles et cornières; les évidements des plaques de garde sont renforcés par des tôles rivées aux longerons. La machine est suspendue aux quatre boîtes motrices par des ressorts à lames du type belge, c'est-à-dire sans courbure initiale. Ces ressorts sont conjugués par deux balanciers longitudinaux. L'essieu arrière peut prendre un déplacement de 32 millimètres dans le sens longitudinal et de 10 millimètres dans le sens transversal, en raison de sa suspension à mailles et du jeu ménagé entre les plaques de garde et les boîtes. La distribution extérieure est du type Walschaerts; elle commande une fausse tige de tiroir qui, par un renvoi à bayonnette, actionne la tige de tiroir. Les tiroirs sont plans, non équilibrés. Le bogie est à longerons intérieurs, il est suspendu par quatre ressorts à lames du type belge. Le pivot à rotule n'a pas de déplacement latéral et ne porte pas la charge. Celle-ci est transmise au châssis du bogie par deux rotules reposant dans des crapaudines, disposition analogue à celle appliquée à de nombreuses machines françaises. Cette machine a un indicateur de vitesse Peyer-Favarger, une sablière à vapeur Gresham. La toiture de la cabine est percée de quatre évents.

Le tender est à trois essieux, sans balanciers reliant les ressorts de suspension. L'essieu du milieu est à 1 m. 630 de l'essieu d'avant et à 1 m. 570 de l'essieu d'arrière. La soute à houille est surélevée. Les raccords des conduites d'eau sont métalliques, du type Szasz.

Le frein est du système automatique Hardy, pouvant aussi fonctionner à action directe; il agit sur chaque roue par un seul sabot.

Locomotive compound à deux cylindres, 2/5, n° 701 (type 1) des chemins de fer de l'État hongrois. — Cette machine, qui sort des ateliers de construction de l'État hongrois, à Budapest, porte le numéro de fabrication 1500. Elle doit remorquer une charge de 200 tonnes à la vitesse de 60 kilomètres à l'heure, sur une rampe de 7 millimètres. La condition de ne pas dépasser une charge de 15,5 tonnes par essieu était imposée au constructeur, de là l'adoption du type Atlantic.

La chaudière est du type Crampton, le ciel du foyer est entretoisé directement avec le berceau cylindrique par des tirants verticaux dont les trois premières rangées sont à dilatation. Des tirants transversaux arment le berceau au-dessus du ciel. Il n'y a pas de cadre de porte de foyer. La grille vient passer au-dessus de l'essieu couplé, aussi est-elle presque horizontale (environ 6 degrés d'inclinaison). Sa partie médiane est mobile et forme jette-feu. Le foyer est pourvu d'une voûte et d'un cendrier fermé dont le fond est formé de panneaux oscillants. Sur la chaudière sont montés deux dômes réunis par un tuyau extérieur horizontal; chacun de ces dômes est muni à sa base d'un sécheur

de vapeur du type à cloche; le régulateur à tiroir plan est dans le dôme d'avant. Le bogie, à longerons extérieurs est suspendu à quatre ressorts à lames. Le pivot, qui

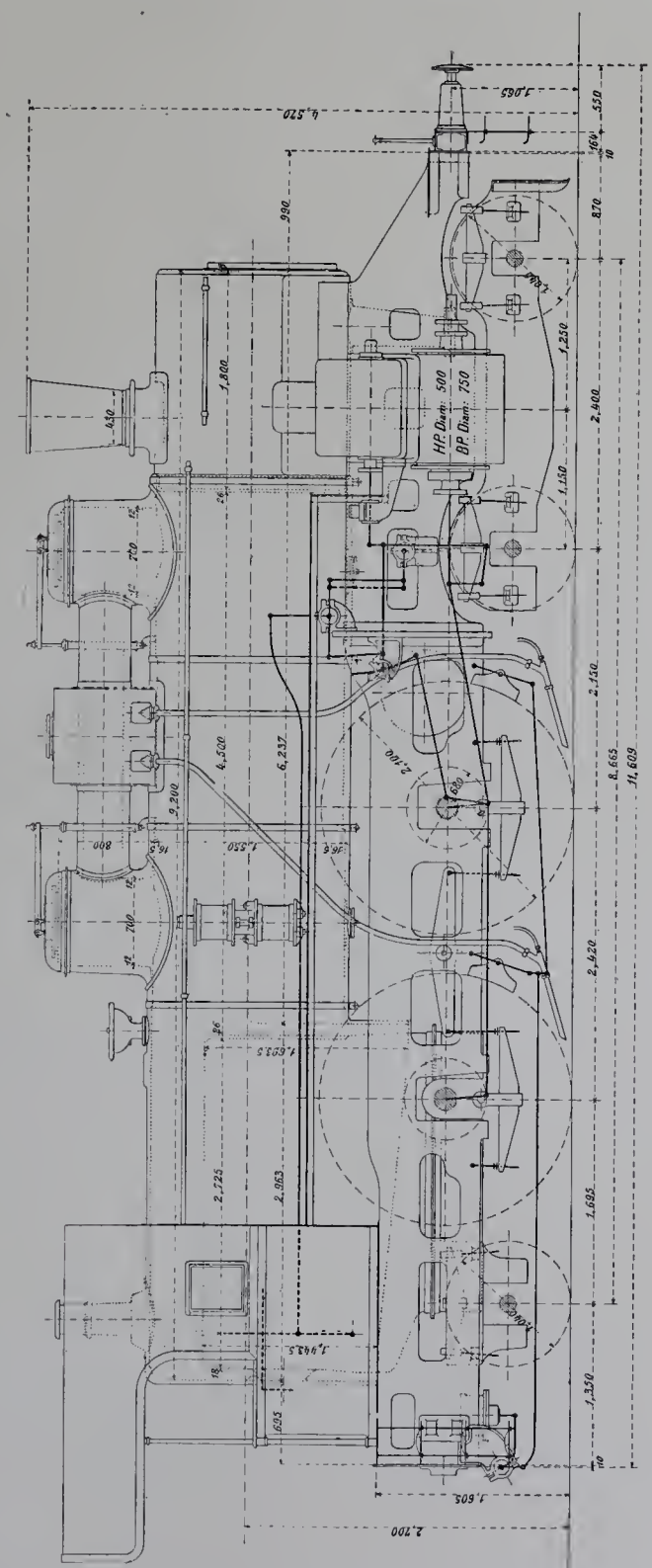


Fig. 32. — Locomotive 2/5, n° 701, de l'État hongrois.

porte le poids de l'avant de la machine, est de forme sphérique et se déplace transversalement dans le coffre qui entretoise les cylindres. Le déplacement est réglé par deux ressorts à lames horizontaux. Ce pivot s'appuie sur une crapaudine également sphé-

rique, venue de fonte avec la traverse du bogie. De chaque côté de cette crapaudine, et également venu de fonte avec elle, se trouve un cylindre vertical dans lequel joue, pressé par un ressort en volute, un plongeur dont la tête porte contre les butées à rotules fixées sur les côtés du pivot. Cette disposition a pour but de limiter les balancements transversaux de l'avant de la machine sur le bogie. L'essieu porteur d'arrière peut converger en raison des jeux donnés à ses coussinets et à ses boîtes. Les longerons intérieurs aux roues sont entretoisés par un fort caisson en tôles et cornières au droit des cylindres extérieurs; ce caisson se prolonge jusqu'aux supports des glissières de piston. Les glissières des plaques de garde sont d'une seule pièce et en acier moulé. Les ressorts de suspension des deux essieux moteurs sont conjugués par des balanciers longitudinaux. Les deux cylindres horizontaux, ainsi que la distribution du type Walschaerts, sont placés à l'extérieur du châssis. Le mécanisme de démarrage est du type dénommé par le constructeur *soupape à contre-coup*. Le fonctionnement de cet appareil n'est pas entièrement automatique. En tirant sur un levier spécial, le mécanicien ouvre à la fois une soupape, produisant l'échappement direct de la vapeur des petits cylindres, et un tiroir dont l'ouverture permet à la vapeur venant directement de la chaudière de pousser d'abord une soupape interceptant la communication entre les grands et les petits cylindres, puis ensuite de se rendre par le réservoir intermédiaire dans les grands cylindres. Par la manœuvre inverse on intercepte d'abord l'échappement direct, puis on ferme le tiroir; la vapeur d'échappement du petit cylindre agissant au-dessous de la soupape à contre-coup la ferme. Cet appareil dérive des dispositifs de démarrage imaginés par M. Mallet. Les tiroirs de distribution sont du type à canal et équilibrés d'après le système von Borries. Les deux mécanismes de distribution peuvent être manœuvrés par deux vis concentriques soit simultanément, soit séparément, à la volonté du mécanicien. La tuyère d'échappement est à orifice variable.

La machine est munie du frein Westinghouse, de la sablière Gresham, des appareils pour chauffer les trains à la vapeur, de l'indicateur Hausshälter, de deux graisseurs Nathan pour les cylindres et tiroirs.

Le tender est porté sur trois essieux dont toutes les roues sont freinées. L'accouplement des conduites d'eau est fait par des rotules métalliques.

Locomotive compound à quatre cylindres, 2/5, n° 2642, du Chemin de fer du Nord. — Cette locomotive a été construite en 1899-1900 par la Société alsacienne de constructions mécaniques, dans ses ateliers de Belfort, sur des plans étudiés en commun, en 1898-1899, par M. de Glehn, administrateur de cette société, et par M. du Bousquet, ingénieur en chef du matériel et de la traction du Nord. Elle porte le numéro de fabrication 5000.

Cette machine, qui est la première construite en France d'après le type Atlantic, représente une nouvelle étape dans le développement, sur le réseau du Nord, du type de machine compound à quatre cylindres pour trains rapides, dont le premier spécimen (locomotive 701) figurait à l'Exposition de 1889.

Cette locomotive 701 avait été livrée à la Compagnie du Nord en novembre 1885, par la Société alsacienne, qui l'avait construite d'après les plans établis par l'un de ses administrateurs, M. de Glehn. Celui-ci avait pris comme point de départ de son étude

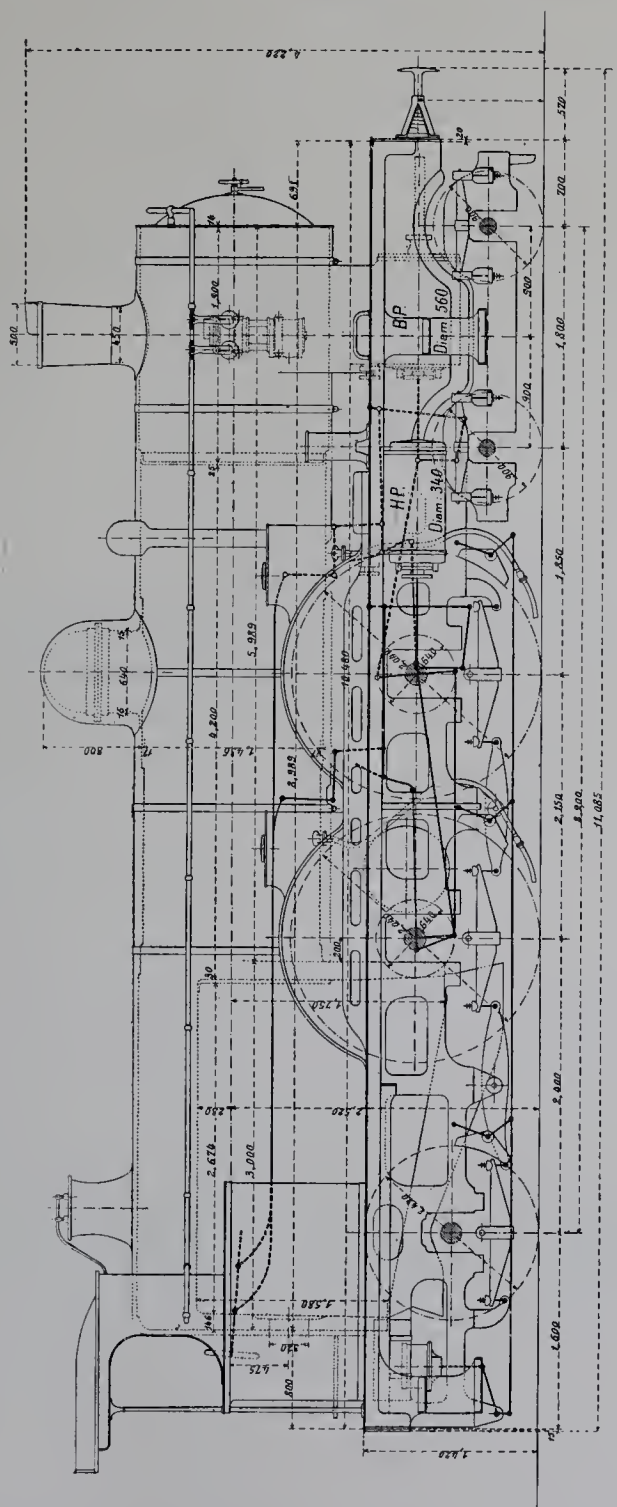


Fig. 33. — Locomotive 2/5, n° 2642, du chemin de fer du Nord.

les machines *Outrance* à quatre roues couplées, qui étaient à cette époque affectées à la remorque des trains express du Nord. Les traits caractéristiques de la locomotive 701 étaient : l'absence de bielles accouplant les deux essieux moteurs; la position des cy-

lindres B. P. à l'extérieur des longerons, les cylindres H. P. étant à l'intérieur; l'indépendance des distributions H. P. et B. P. obtenue par la disposition appliquée par M. Mallet en 1877 aux locomotives compound du Chemin de fer de Bayonne à Biarritz; l'appareil de démarrage réduit à un robinet et une tuyauterie envoyant de la vapeur vive dans le réservoir intermédiaire. Les cylindres H. P. n'avaient pas d'échappement direct. Depuis 1889, ce type a subi diverses transformations que résume la notice publiée par la Compagnie du Chemin de fer du Nord sur le matériel exposé en 1900[1]. Dans la nouvelle locomotive 2642, les dispositions relatives des cylindres sont les mêmes que dans les précédentes machines compound à quatre cylindres du Nord. Les deux cylindres à haute pression, placés à l'extérieur des longerons, attaquent l'essieu arrière; les cylindres à basse presssion, placés à l'intérieur des longerons, attaquent l'essieu avant. La chaudière, à corps cylindrique télescopique, est munie de tubes Serve; les deux premières rangées de tirants soutenant le ciel sont à dilatation. Le foyer Belpaire est muni d'une voûte et d'un cendrier fermé. La grille, inclinée de 10 degrés, a un jette-feu à l'avant. Les longerons intérieurs, de 30 millimètres d'épaisseur, sont entretoisés au droit des cylindres à haute pression par un caisson en acier moulé et renforcés aux évidements des plaques de garde par des contre-plaques en tôle. L'essieu coudé est du type Worsdell à manivelles circulaires. Les ressorts de suspension des deux essieux moteurs et de l'essieu porteur d'arrière sont conjugués par quatre balanciers longitudinaux. Le bogie est à déplacement latéral de 40 millimètres de chaque côté; ses longerons sont extérieurs aux roues. Le pivot ne supporte pas la charge; celle-ci est transmise par deux rotules portant dans deux crapaudines latérales qui peuvent glisser sur des plaques de friction. Les manivelles motrices d'un même côté de la machine sont accouplées à 180 degrés au lieu de l'angle de 162 degrés jusqu'alors adopté par le Nord, ce qui a permis de ne plus équilibrer que les masses animées d'un mouvement de rotation. Les mécanismes de distribution sont du type Walschaerts, commandant des tiroirs plans non équilibrés. Les distributions de chacun des groupes de cylindres H. P. et B. P. peuvent être liées ou rendues indépendantes à la volonté du mécanicien. Les deux vis de changement de marche sont disposées à la suite l'une de l'autre. L'appareil de démarrage, de disposition nouvelle, consiste en deux robinets à lanterne, à axe horizontal, disposés en bout des conduites d'échappement des cylindres à haute pression et manœuvrés simultanément par un servo-moteur actionné par l'air comprimé pris au réservoir du frein. Ces robinets permettent de réaliser les quatre modes de fonctionnement : en compound; en machine indépendante, à simple expansion, pour le démarrage; avec les petits cylindres seuls, en cas d'avarie aux cylindres ou au mécanisme à basse pression; avec les grands cylindres seuls, en cas d'avarie aux cylindres ou au mécanisme à haute pression. Cette nouvelle disposition de l'appareil de démarrage conduit aussi directement que possible au réservoir intermédiaire la vapeur sortant des cylindres à haute pression, et combinée avec les augmentations données

[1] Notice reproduite dans le numéro d'août 1900 de la *Revue générale des chemins de fer et des tramways.*

aux sections de passage de vapeur (lumières comprises) et aux espaces morts des cylindres H. P. et B. P., elle rend la machine plus apte à prendre de la vitesse. Les espaces morts ont été portés à 14 p. 100 pour les cylindres H. P. et 9 p. 100 pour les cylindres B. P.; les tiroirs présentent des découvrements à l'échappement de 2 millimètres pour les tiroirs H. P., et de 5 millimètres pour les tiroirs B. P.

Le frein Westinghouse rapide agit sur les roues motrices et porteuses d'arrière. La locomotive est munie d'appareils Gresham lançant du sable sous les quatre roues motrices; du sifflet électro-automoteur, avec brosse de contact, du système Lartigue et Forest adopté par la Compagnie du Nord. Cette machine avait été étudiée dans le but de permettre la remorque des trains de 200 tonnes à la vitesse de 100 kilomètres à l'heure même sur les lignes comprenant des rampes de 5 millimètres.

Les essais auxquels a été soumise la machine identique n° 2641, pendant le courant de l'Exposition, ont établi que ce programme est largement rempli. Le train 179 (Nord-express) du 21 juin, dont le poids mort (locomotive et tender non compris) était de 292 tonnes, et le poids total remorqué, avec voyageurs et bagages, de 305 tonnes, a été remorqué de Paris à Tergnier, à la vitesse moyenne de 100 kilomètres à l'heure. Sur les rampes de 5 millimètres, la vitesse a été de 88 kilomètres; l'effort de traction était alors de 2,700 kilogrammes et le train absorbait 880 chevaux. Les résultats obtenus, depuis cette époque, en service régulier, ont été encore plus satisfaisants : en octobre 1900, un train de 12 voitures, pesant 341 tonnes, et contenant 25 tonnes de voyageurs et de bagages (soit en totalité une charge remorquée de 366 tonnes), a effectué le trajet de Paris à Tergnier à la vitesse moyenne de 98 kilom. 2. Un autre train, dont le poids total remorqué était de 220 tonnes, a effectué le trajet de Paris à Amiens, à la vitesse moyenne de 105 kilomètres.

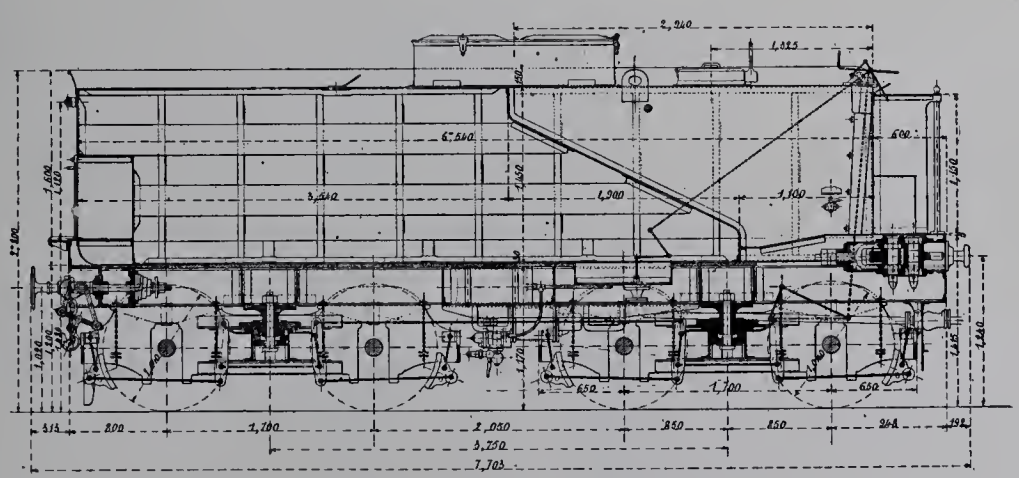


Fig. 34. — Tender de la locomotive n° 2642.

Le tender est monté sur deux bogies. Le châssis est en fer en U et les bogies sont d'un type analogue au bogie de la machine. Les sabots de freins n'agissent que d'un seul côté des roues. Dans le but de diminuer autant que possible la résistance de l'air due aux remous, l'intervalle entre la machine et le tender a été réduit autant qu'il a été possible.

Locomotive compound à quatre cylindres, 2/5, n° 175, de l'État saxon. — Cette machine, qui porte le numéro de fabrication 2600, a été étudiée et construite par la Sächsische Maschinenfabrik, à Chemnitz.

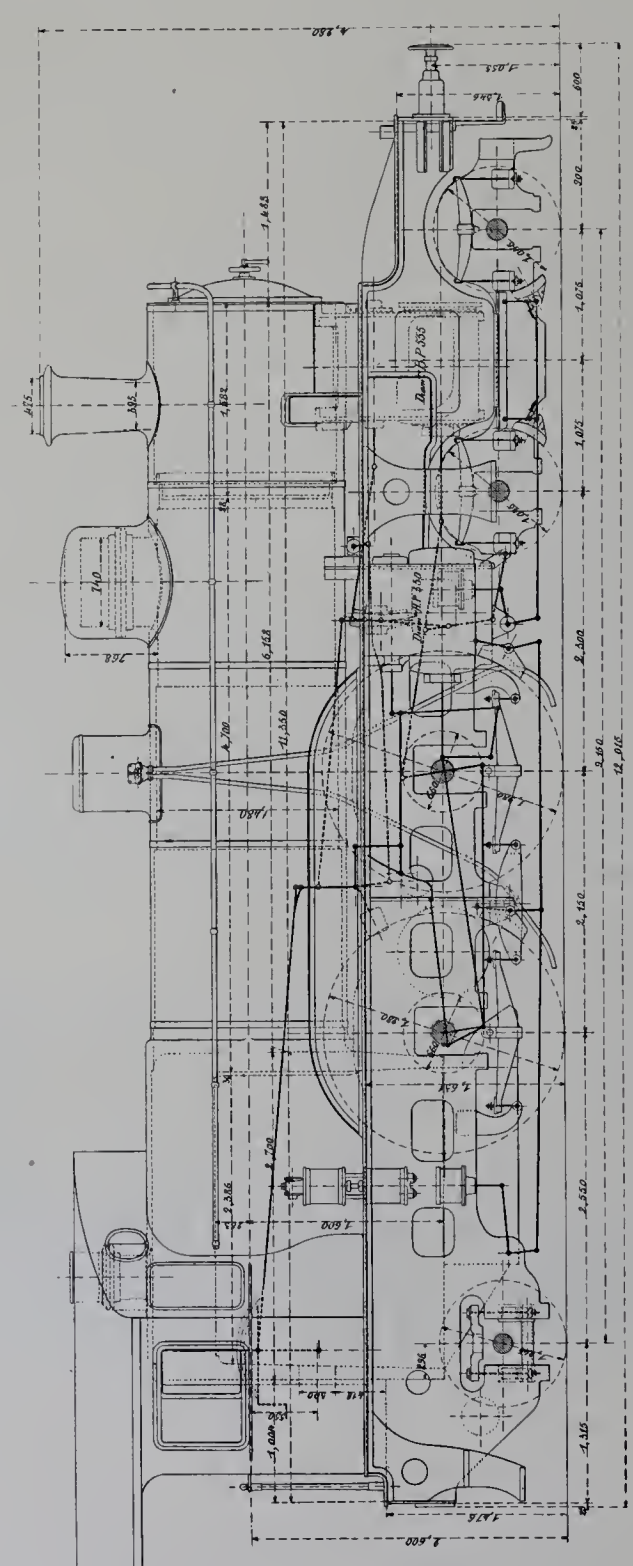


Fig. 35. — Locomotive 2/5, n° 175, de l'État saxon.

Les dispositions relatives des cylindres et des roues motrices ou porteuses sont les mêmes que dans la machine n° 2642 de la Compagnie du Nord; son empattement

total est plus grand : 9 m. 150 au lieu de 8 m. 200. Cette machine a été étudiée par les Usines saxonnes pour assurer la remorque de trains express de 385 tonnes, non compris la locomotive et le tender, de Dresde à Leipzig, sans arrêt, à une vitesse moyenne de 100 kilomètres à l'heure. (La ligne de Dresde à Leipzig a une longueur de 115 kilomètres; elle comprend quelques rampes de 5 et 7 millimètres par mètre et des courbes dont le rayon descend à 275 mètres [1].)

La chaudière est du type Belpaire; les deux premières rangées de tirants sont remplacées par de courtes fermes longitudinales. Il n'y a pas de cadre de porte. Le foyer assez profond est pourvu d'une voûte en briques, d'un cendrier fermé; sa grille est horizontale avec jette-feu à l'avant. Le dôme est placé tout à fait à l'avant de la machine sur la première virole; il renferme le régulateur du type américain à soupape équilibrée à double siège. Afin de diminuer les entraînements d'eau, la vapeur est recueillie par un tuyau percé à sa partie supérieure et régnant sur toute la longueur du corps cylindrique; la partie supérieure du dôme, comprise entre la calotte et le joint du dôme placé à peu près en son milieu, forme une espèce de boîte de régulateur dans laquelle aboutit l'extrémité de ce tuyau collecteur. Une grande feuille de tôle horizontale règne depuis l'arrière des cylindres B. P. jusqu'à l'avant de la boîte à feu et constitue l'entretoisement des longerons intérieurs; des tôles verticales renforcent cet entretoisement au droit des cylindres extérieurs, de façon à former un caisson de cylindres, et également au droit des supports de glissières des cylindres H. P. extérieurs. Les évidements des plaques de garde sont renforcés par des glissières de plaques de garde en acier moulé d'une seule pièce.

Les ressorts de suspension des deux essieux couplés sont conjugués par des balanciers longitudinaux. Les manivelles extérieures sont disposées à 180 degrés des manivelles de l'essieu coudé. Les contrepoids des roues motrices, calculés d'après la méthode de M. von Borries, sont établis de telle sorte qu'aux plus grandes vitesses la surcharge par roue ne dépasse pas 1,000 kilogrammes, soit 12 p. 100 de la charge par roue de 8,000 kilogrammes. Le bogie porte l'avant de la machine par l'intermédiaire d'un pivot sphérique. Le déplacement latéral du pivot, de 40 millimètres de chaque côté, est assuré par une suspension de la crapaudine de ce pivot au moyen de quatre bielles inclinées comme dans les machines américaines. Le châssis du bogie est suspendu par quatre ressorts à lames indépendants. L'essieu arrière est muni de boîtes radiales permettant un déplacement de 20 millimètres de chaque côté. La distribution des cylindres extérieurs est du système Walschaerts; celle des cylindres B. P. intérieurs est du système Joy. Ce dernier type de distribution, qui supprime les poulies d'excentrique, a permis d'augmenter les dimensions des manivelles et des coussinets de

[1] Dans des essais effectués après la fermeture de l'Exposition cette locomotive a, sur une rampe de 10 millimètres et de 13 kilomètres de longueur, remorqué un train de 235 tonnes à la vitesse de 65 kilomètres à l'heure (effort de traction = 5,468 kilogrammes; chevaux indiqués = 1,316.4) et un train de 157 tonnes aux vitesses de 80 à 85 kilomètres à l'heure (effort de traction de 4,715 à 4,869 kilogrammes; chevaux indiqués de 1,397 à 1,533).

l'essieu coudé. Les deux distributions sont indépendantes l'une de l'autre. Une vis de changement de marche commande la distribution B. P. Le levier de la distribution H. P. peut être relié avec une avance ou un retard à l'écrou de la vis, c'est donc une imitation du dispositif appliqué dès 1878 par M. Mallet.

Les tiroirs à canal sont équilibrés au moyen de barrettes; la valve de démarrage est du système Lindner qui produit l'admission de vapeur vive dans la boîte à tiroir B. P. lorsque le changement de marche est amené dans l'une de ses positions extrêmes, les cylindres H. P. continuant à échapper dans le réservoir intermédiaire.

La locomotive est munie du frein Westinghouse agissant sur les roues motrices et sur les roues du bogie; l'effort maximum du frein est, pour le bogie, de 13,150 kilogrammes, soit 62 p. 100 de la charge des essieux, et de 16,150 kilogrammes, ou 50 p. 100, sur les essieux moteurs. Les sablières sont à air comprimé du type Gresham. Les soupapes sont à échappement silencieux de la Coale Muffler and Pop safety valve C°, de Baltimore. Les injecteurs sont du type Friedmann. L'indicateur de vitesse est du système Hausshälter. Le graissage des cylindres est effectué par deux graisseurs à compression; l'huile est refoulée dans des canaux percés dans les glaces des tiroirs et est ainsi forcée de se répandre en dessous de ceux-ci.

Cette locomotive est pourvue des appareils pour chauffer à la vapeur les voitures du train.

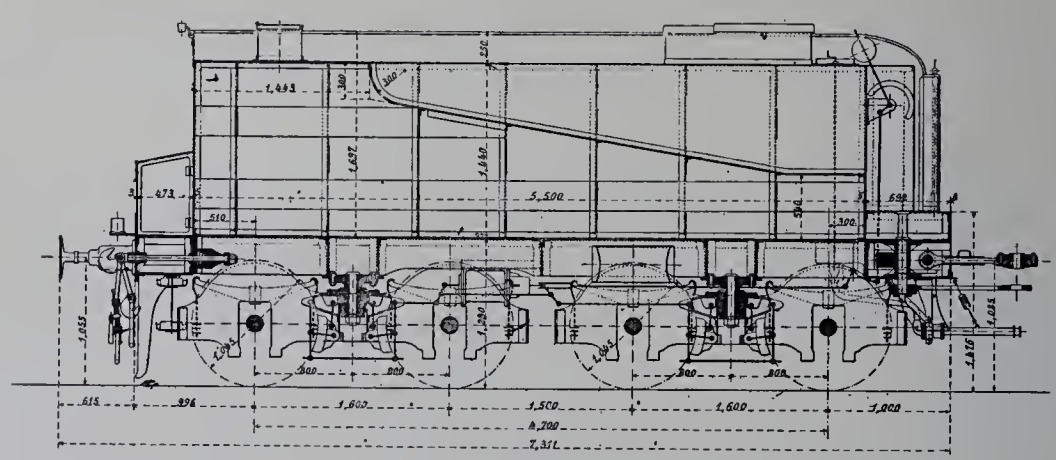


Fig. 36. — Tender de la locomotive n° 175.

Une vitrine contenant des spécimens des essais effectués sur les matériaux employés dans la construction était placée devant la locomotive. Nous extrayons des spécifications les indications suivantes : les tôles de la chaudière et des longerons sont en acier Martin-Siemens donnant de 34 à 40 kilogrammes de résistance avec 25 p. 100 d'allongement minimum; les essieux moteurs sont en acier au nickel donnant 60 à 70 kilogrammes de résistance et 18 p. 100 d'allongement; les essieux porteurs en acier au creuset à 55 à 60 kilogrammes de résistance et 10 p. 100 d'allongement; les bandages, en acier au creuset, donnent de 65 à 70 kilogrammes de résistance avec 18 p. 100 d'allongement; enfin, les centres, en acier fondu, donnant de 38 à 45 kilogrammes de résistance avec 20 p. 100 d'allongement. Les cuivres du foyer donnent 22 kilogrammes de

résistance avec 38 p. 100 d'allongement; les entretoises des trois rangées supérieures et de l'angle avant du foyer sont en cuivre manganésé à 30 kilogrammes de résistance et 65 p. 100 de contraction au minimum.

Le tender est monté sur deux bogies; la charge est portée latéralement par deux crapaudines, comme dans le tender de la locomotive Nord n° 2642; les pivots ne sont que directeurs. Le fond de la soute au combustible est à 30 centimètres environ au-dessus de la plate-forme du chauffeur.

Le tender est muni d'un frein n'agissant que d'un seul côté des roues, et l'effort maximum de freinage correspond à 62 p. 100 de la charge par essieu. Ce frein est actionné soit à la main, par un levier à poids (système Exter), soit par les appareils Westinghouse.

L'attelage entre la locomotive et le tender est du système convergent Hartmann qui oblige le tender à pivoter autour de la cheville d'attelage fixée à la machine. La barre d'attelage est liée au tender par des tourillons horizontaux.

Locomotive compound, à deux cylindres, 2/6 ou 3/6, de Krauss. — Cette machine, construite par la maison Krauss, de Munich, porte le numéro de fabrication 4400. Elle présente la disposition que ce constructeur avait déjà exposée à Nuremberg, en 1896, sur une locomotive à roues libres. Elle est montée sur six essieux; en partant de l'arrière, on trouve un bissel, deux essieux couplés actionnés par les deux cylindres compound, puis un bogie à deux essieux entre lesquels se trouve un essieu rattaché par des plaques de garde au châssis principal, essieu que le mécanicien peut, lorsqu'il le veut, rendre moteur.

Partant de cette idée que c'est surtout dans les démarrages et dans les rampes, aux faibles vitesses, que se fait sentir le manque d'adhérence, le constructeur a cherché à éviter l'addition d'un troisième essieu moteur en utilisant momentanément une partie du poids adhérent du bogie. A cet effet, l'essieu placé entre les roues du bogie, en temps normal suspendu, peut, à la volonté du mécanicien, être appliqué sur les rails par un cylindre à vapeur, puis être mis en action par deux cylindres moteurs spéciaux, à simple expansion et extérieurs.

Le poids adhérent ainsi utilisé lors des démarrages et aux faibles vitesses est de 13 tonnes 4; le poids adhérent sur chacun des essieux moteurs étant de 14 tonnes 1, on voit que l'augmentation d'adhérence obtenue est d'environ 47 p. 100. Pour ne pas gêner le passage en courbe, les bandages des roues de cet essieu auxiliaire n'ont pas de boudins.

La chaudière rentre, comme construction, dans le type connu aux États-Unis sous le nom de *extended wagon top*, la boîte à feu, du type Crampton, étant raccordée par deux viroles, la première cylindrique, la deuxième conique, au corps cylindrique.

Le ciel du foyer est entretoisé directement avec l'enveloppe par des tirants légèrement rayonnants, dont les trois premières rangées sont remplacées par de courtes fermes longitudinales; il n'y a pas de cadre aux deux portes du foyer; les longerons

IMPRIMERIE NATIONALE.

sont surbaissés au-dessous du foyer, ce qui a permis de porter sa largeur intérieure à 1 m. 80, alors que les longerons n'ont que 1 m. 22 d'écartement; il est pourvu d'un

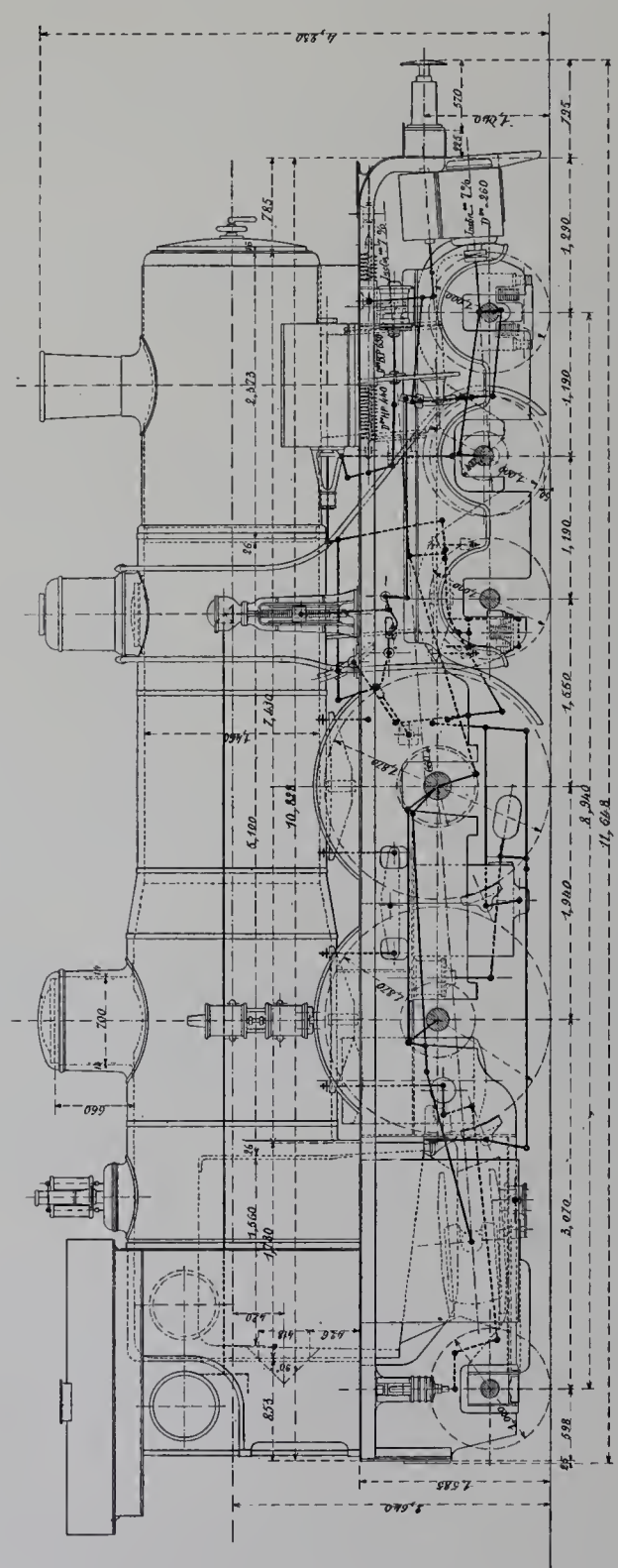


Fig. 37. — Locomotive 2/6 ou 3/6 de Krauss et Cie.

cendrier fermé; sa grille est inclinée de 8 degrés. Il faut noter la très grande hauteur de l'axe du corps cylindrique au-dessus des rails (2 m. 64). Les longerons sont intérieurs; l'essieu coudé est à corps oblique; la distribution des cylindres compound est

une variante de la distribution Walschaerts, le mouvement de la coulisse étant obtenu par des leviers actionnés par la bielle motrice; la distribution des deux cylindres auxiliaires est du système Joy; les cylindres compound sont placés à l'intérieur des longerons et sont inclinés; le mécanisme de démarrage est du type Lindner; les suspensions des roues couplées sont conjuguées par des balanciers longitudinaux. Le bogie est à longerons intérieurs; les ressorts de suspension, à lames, sont transversaux pour l'essieu d'avant, longitudinaux pour l'essieu d'arrière; le pivot est seulement directeur. Les constructeurs de cette machine ont également cherché à équilibrer les pièces à mouvement alternatif plus parfaitement qu'en équilibrant au moyen de contrepoids une fraction de leur masse. A cet effet, ils ont fait usage de contrepoids en fonte qui reçoivent, par l'intermédiaire de bielles de renvoi, un mouvement rectiligne de sens contraire à celui des pièces à mouvement alternatif; les glissières dans lesquelles se meuvent ces contrepoids sont placées extérieurement à l'arrière de la machine. Cette solution, indiquée par certains auteurs qui ont traité la question des contrepoids à un point de vue purement théorique, n'avait pas reçu de réalisation pratique jusqu'à ce jour.

Quelle que soit l'ingéniosité développée dans la réalisation de la conception théorique de cette machine, il est permis de penser que les avantages ne sont réalisés qu'au prix d'une complication de la construction qui pourra paraître excessive à beaucoup d'ingénieurs. Nous pensons qu'une locomotive 3/5, c'est-à-dire à trois essieux couplés avec bogie à l'avant, est plus simple et a un meilleur rendement.

Cette machine était exposée sans tender.

Locomotive à simple expansion, 2/7, système Thuile. — M. Thuile, frappé de l'accroissement rapide du poids des trains internationaux, de la nécessité de les remorquer à la plus grande vitesse permise par les règlements, a cherché à réaliser la locomotive à grande vitesse de la plus grande puissance possible avec le gabarit français et les charges par essieu généralement admises. Son programme était de remorquer une charge de 200 tonnes à la vitesse de 120 kilomètres en palier; accessoirement, de placer le mécanicien en avant, afin de lui faciliter la surveillance de la voie et des signaux. MM. Schneider ont étudié avec M. Thuile la réalisation de ce programme et, les plans arrêtés, ont construit une première locomotive qu'ils ont exposée. Cette machine est à simple expansion, avec cylindres extérieurs. Elle est portée sur sept essieux : à l'avant, par un bogie à deux essieux, suivi de deux essieux couplés; puis, à l'arrière, par un bogie à trois essieux. La chaudière a un foyer Belpaire muni d'un bouilleur Ten Brinck. Les deux premières rangées des tirants verticaux armant le ciel sont à dilatation. En raison de sa grande largeur (1 m. 82), la grille est desservie par deux portes. La grille est formée d'un jette-feu à l'avant, de deux jeux de barreaux inclinés de 20 degrés pour le jeu d'avant, de 12 degrés pour celui d'arrière; le cendrier est fermé. Le corps de la chaudière a une forme en 8, c'est-à-dire est composé de deux parties cylindriques raccordées par des surfaces planes. Celles-ci sont entretoisées par trois rangées de tirants. Pour régulariser le tirage, l'échappement se compose de trois cônes fixes superposés.

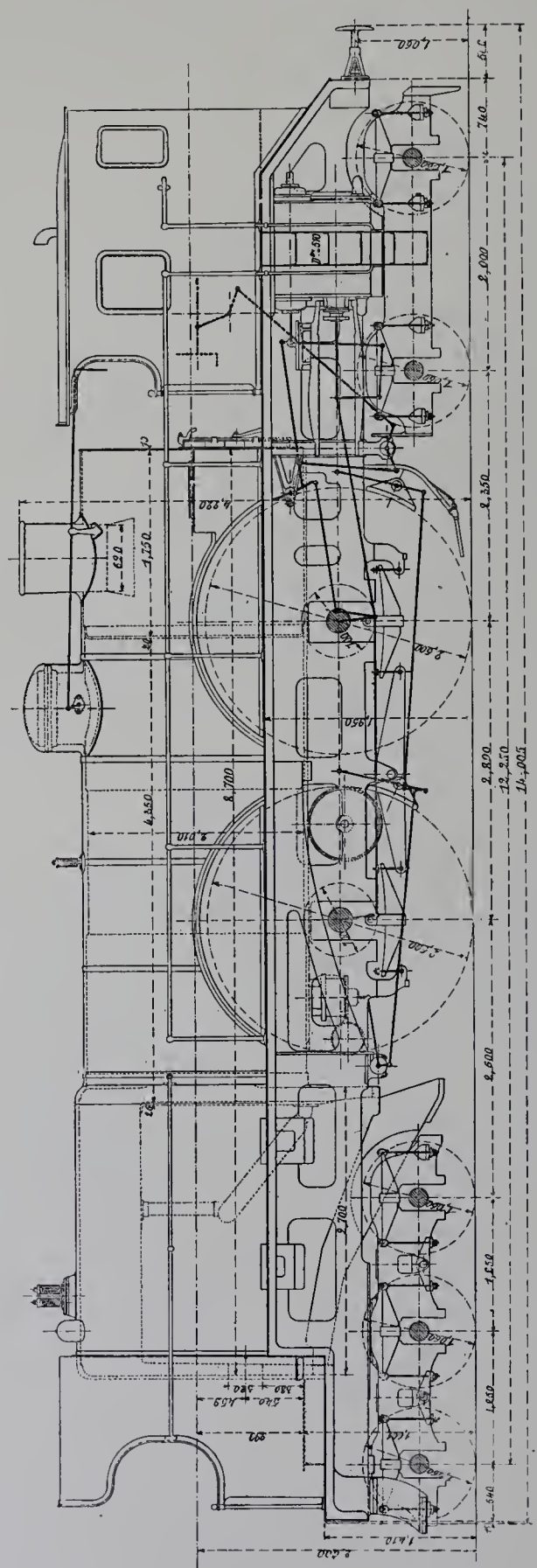


Fig. 38. — Locomotive 2/7, système Thuile, des ateliers du Creusot.

Le châssis est formé de deux grands longerons intérieurs aux roues, régnant de la traverse de tête à l'avant de la boîte à feu, et de deux longeronnets qui sont reliés aux grands longerons par deux entretoises en acier moulé placées, l'une entre les deux paires de roues couplées, l'autre en avant du foyer. Sous l'arrière du foyer, ces longeronnets sont reliés par une troisième entretoise en acier moulé, de forte section, qui porte le pivot reposant sur la crapaudine du bogie d'arrière. Les ressorts des roues couplées sont conjugués par deux balanciers longitudinaux. Le bogie d'avant est à longerons extérieurs, à suspension sur quatre ressorts à lames et à pivot portant la charge, pouvant se déplacer transversalement, de chaque côté, de 70 millimètres, et ramené à sa position normale par deux ressorts à lames conjugués. Le bogie d'arrière est à longerons extérieurs; son pivot est fixe, ses six ressorts de suspension sont conjugués deux à deux par des balanciers. Les cylindres extérieurs sont montés entre les roues du bogie d'avant; leurs tiroirs sont cylindriques, à double orifice d'admission. Les cylindres sont munis de soupapes de sûreté, pour éviter les compressions. Le mécanisme de distribution Walschaerts est commandé par un changement de marche à vis. Pour empêcher, pendant la marche à régulateur fermé, l'introduction dans les cylindres des gaz de la combustion, une soupape d'admission de vapeur dans les cylindres est ouverte par le mouvement même de la tringle de commande du régulateur. A l'avant de la machine est établie la cabine, en forme de coupe-vent, où se tient le mécanicien. Celui-ci a sous la main la vis de changement de marche, le levier de commande du régulateur, le robinet du frein Westinghouse et les commandes des purgeurs, de la sablière Gresham et du sifflet. Dans cette cabine, se trouve une turbine-dynamo Laval pour l'éclairage de la machine et du train. Le mécanicien communique avec les deux chauffeurs au moyen d'un timbre et d'un tuyau acoustique. Un robinet de frein est à la disposition du chauffeur; les quatre roues motrices sont seules freinées. Le tender est sur deux bogies; celui d'avant est à deux essieux et celui d'arrière à trois. Son châssis est formé de deux profilés en I, reliés par des tôles, de petits U et des cornières. Le châssis repose sur chaque bogie par deux butées à rotule placées dans le plan vertical commun aux brancards du châssis et aux longerons des bogies. Les pivots ne servent qu'à entraîner les bogies. Le fond de la soute à charbon est incliné et débouche à environ 40 centimètres au-dessus de la plate-forme du chauffeur.

Cette locomotive a été construite presque exclusivement en acier. Les roues motrices et la plupart des entretoises sont en acier moulé. Les tôles de la chaudière, ses armatures, ses tirants et ses rivets sont en acier au nickel ayant une résistance de 50 à 55 kilogrammes par millimètre carré. Les bielles, manivelles et tiges de piston sont en acier au nickel ayant de 60 à 65 kilogrammes de résistance. Les clavettes sont en acier au nickel donnant encore 10 kilogrammes de plus.

La locomotive Thuile a été essayée sur les lignes de l'État en mai et juin 1900. En palier, avec une charge de 186 tonnes, la vitesse de 117 kilomètres a été atteinte avec une admission de 18 p. 100; avec une charge de 208 tonnes et une admission de 15 p. 100, on a atteint la vitesse de 102 kilomètres. Le même train de 208 tonnes a

été remorqué à 80 kilomètres sur une rampe de 10 millimètres avec une admission de 25 p. 100.

Les Établissements du Creusot méritent les plus grands éloges pour l'étude minutieuse des détails et la parfaite exécution de cette locomotive. Mais les dispositions générales nous semblent soulever de très vives critiques. Si les résultats d'un service courant n'étaient pas supérieurs à ceux obtenus dans les premiers essais, la puissance de traction ne correspondrait pas au poids total de cette machine. La conduite exigera quatre agents mal utilisés et incapables de se prêter appui mutuellement. L'empattement considérable ne permet la circulation que sur les lignes à courbes de très grand rayon. Nous devons rappeler que la forme en 8 de la chaudière a été déjà employée par divers ingénieurs, notamment par M. Belpaire, et ne s'est pas développée parce qu'il est très difficile de bien armaturer une telle forme. Accessoirement, nous remarquons que la charge de 16 tonnes étant admise pour les essieux couplés, le bogie d'arrière aurait pu être porté par deux essieux seulement, d'où une réduction de poids d'environ 2 tonnes.

Locomotives à simple expansion, 3/3, nos 2513 et 2514, de l'État belge. — Ces locomotives ont été construites, l'une, n° 2513, par la Société des forges, usines et fonderies de Haine Saint-Pierre; elle porte le numéro de fabrication 144; l'autre, n° 2514, par la Société anonyme de Saint-Léonard, à Liège; son numéro de fabrication est 1265.

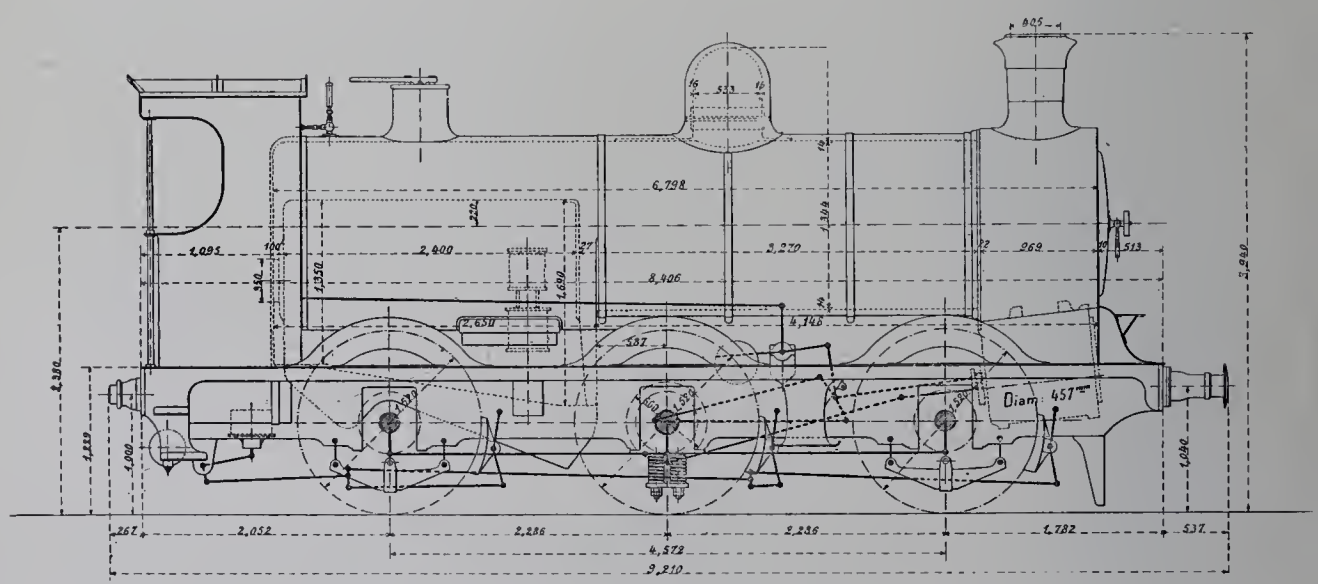


Fig. 39. — Locomotives 3/3, nos 2513 et 2514, de l'État belge.

Ces deux locomotives sont identiques; elles appartiennent au type 30 de l'État belge, qui est déjà ancien, et qui est conservé parce qu'il convient suffisamment bien à un service de marchandises à charges moyennes, à courtes étapes et à longs stationnements. Par ses dispositions générales, ce type 30 se rapproche beaucoup de la machine usuelle à marchandises anglaise. Le corps cylindrique se raccorde directement à l'enveloppe de boîte à feu; le ciel du foyer est entretoisé au berceau cylindrique de l'en-

veloppe de boîte à feu par des tirants dont les deux premières rangées sont à dilatation. Le berceau est armaturé par des tirants transversaux. Les entretoises des faces latérales ont été dépouillées de leur filetage dans leur partie moyenne. Les tubes lisses sont légèrement cintrés et les plaques tubulaires entretoisées par des tirants. Le foyer est muni d'une voûte et d'un cendrier fermé; la grille, inclinée de 12 degrés, a un jette-feu à l'avant. La prise de vapeur, placée dans le dôme, est du type américain à soupape équilibrée. Les longerons sont intérieurs aux roues; les ressorts de suspension sont indépendants, ceux de l'essieu du milieu sont héliçoïdaux. Les cylindres sont placés à l'intérieur des longerons et légèrement inclinés; les tiroirs verticaux sont commandés directement par une tige articulée au coulisseau par son autre extrémité; la distribution est faite par coulisses Stephenson; le changement de marche est actionné soit à la main, soit par un cylindre à air comprimé. L'échappement est fixe.

Dans la construction, il a été fait un large emploi de l'acier moulé, notamment pour l'entretoise des glissières de piston servant en même temps de guide aux tiges de tiroir, les glissières de plaques de garde et les corps de roues.

Bien que la machine soit à mouvement intérieur, toutes les parties du mouvement sont bien accessibles pour le graissage, en raison de l'élévation de la chaudière. La machine est munie du frein Westinghouse agissant sur un seul côté des roues.

Les deux machines étaient exposées sans leur tender.

Locomotive à simple expansion, 3/4, n° 1200, du Great-Northern (Angleterre). — Cette machine, construite par les établissements Baldwin, est du type connu aux États-Unis sous le nom de *Mogul;* ce type, caractérisé par l'emploi de trois essieux couplés

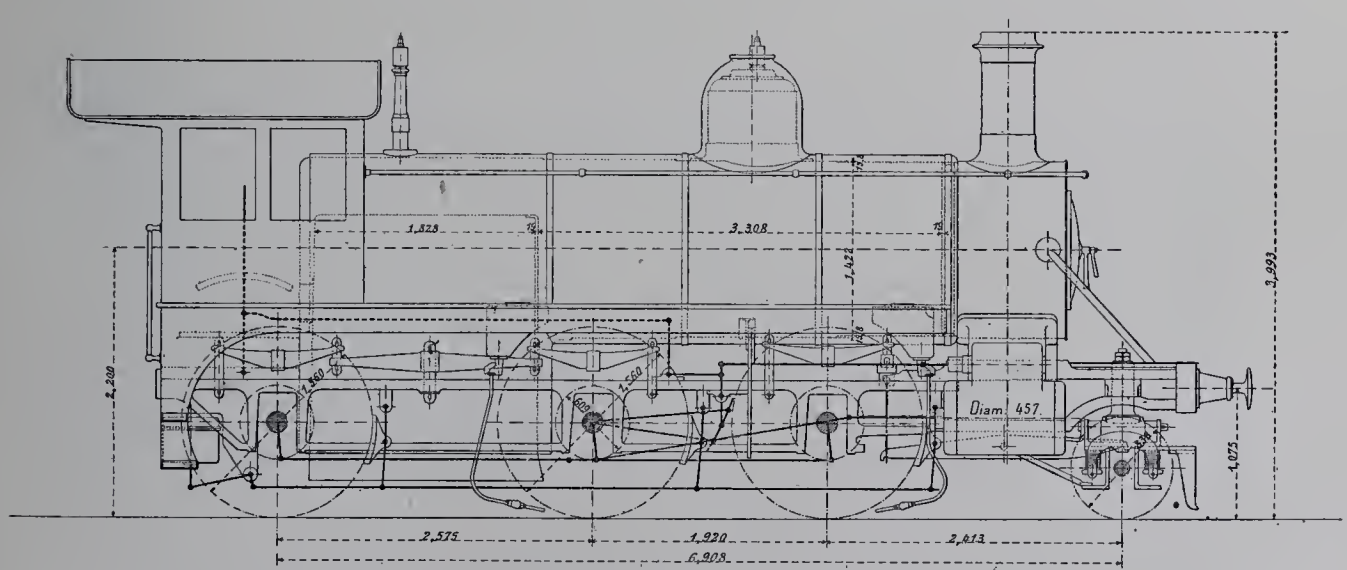


Fig. 40. — Locomotive 3/4, n° 1200, du Great-Northern anglais.

et d'un bissel à l'avant, est le plus répandu aux États-Unis, pour la traction des trains de marchandises sur les lignes à profil facile.

La chaudière est du type Crampton, que les Américains désignent dans leurs

spécifications sous le nom de *straight top*. Le foyer est profond, à grille inclinée d'environ 4 degrés 1/2, avec voûte et cendrier fermé. Sur la demande du Great Northern, le foyer est en cuivre; le ciel de ce foyer est armaturé par des fermes transversales. Celles-ci, dessinées et exécutées avec la simplicité qui caractérise la construction américaine, sont composées de fers à T de forte section, fixés au ciel par des boulons traversant des bouts de tubes contre lesquels ils serrent les fers à T. Ces fermes sont suspendues par des bielles en fer plat, articulées elles-mêmes à des cornières rivées au berceau cylindrique de l'enveloppe de la boîte à feu. Ce berceau est armaturé par des tirants transversaux. Les longerons présentent la disposition classique des machines américaines : ils sont doubles à l'avant et embrassent complètement les cylindres. Les tiroirs plans sont équilibrés d'après le type de l'American balanced slide valve C°. La suspension des deux roues arrière est conjuguée par des balanciers placés au-dessus de la face supérieure des longerons. Les ressorts sont placés au-dessus des boîtes sur lesquelles ils reposent par l'intermédiaire de pièces en U renversé, passant de chaque côté du longeron. Cette machine est munie d'un bissel d'un type usuel aux États-Unis. Le châssis de ce bissel consiste en un cadre en fer forgé, analogue à celui des bogies, qui repose sur le dessus des boîtes par des balanciers. Le pivot du bissel porte sur une crapaudine, suspendue elle-même à la traverse du bissel par deux bielles inclinées comme dans les bogies. Le pivot ne reçoit pas directement la charge; celle-ci lui est transmise par un balancier articulé en son milieu au-dessous du groupe des deux cylindres, attaché à une de ses extrémités à un balancier reliant les extrémités avant des ressorts de suspension de la première paire de roues, et fixé à son autre extrémité à un boulon qui transmet finalement la charge au pivot. Les entretoises de plaques de garde de ce bissel se prolongent par un bâti comprenant deux traverses en V, qui s'articule au châssis en arrière du groupe des deux cylindres. Ce mode de construction du bissel, qui n'a été que très rarement reproduit en Europe, est classique aux États-Unis, pour les machines à marchandises à trois et à quatre essieux couplés; on y retrouve cette idée dominante de conserver toujours à la suspension une grande flexibilité permettant aux points d'appui des roues d'épouser le contour des voies défectueuses et de ne transmettre au bâti que des chocs atténués par l'effet de la flexibibilité de la suspension et des ressorts.

Le tender sur bogies, accouplé à cette machine, ne diffère que très peu de celui décrit à propos des machines des chemins de fer de l'État français. Les bogies sont du type à balanciers longitudinaux, reportant la charge sur les boîtes des essieux.

Locomotive compound à deux cylindres, 3/4, n° 1802, de la Compagnie des chemins de fer du Midi. — Cette machine résulte de la transformation, exécutée à titre d'essai, dans les ateliers de la Compagnie, à Bordeaux, sur quatre locomotives à six roues couplées de 1 m. 61 de diamètre, appartenant à la série 801 à 1202. Cette série de machines, dont la première a figuré à l'Exposition de 1867, reproduisait les principales caractéristiques du type dit du *Bourbonnais* : foyer et cylindres en porte à faux, châssis

intérieur, adhérence totale, mécanisme de distribution intérieur aux longerons. Le timbre était de 8 kilog. 5.

La transformation a eu pour double but d'augmenter la puissance et la stabilité.

La chaudière, entièrement neuve, est du type Belpaire; les deux premières rangées de tirants sont boulonnées à une ferme transversale, de façon à permettre la dilatation de la plaque tubulaire. Le foyer, à grille inclinée d'environ 14 degrés, a un cendrier fermé.

Le châssis est entretoisé par un caisson en tôle et cornières, auquel est fixée la chaudière, et par un support à dilatation placé entre la première et la deuxième paire de roues motrices.

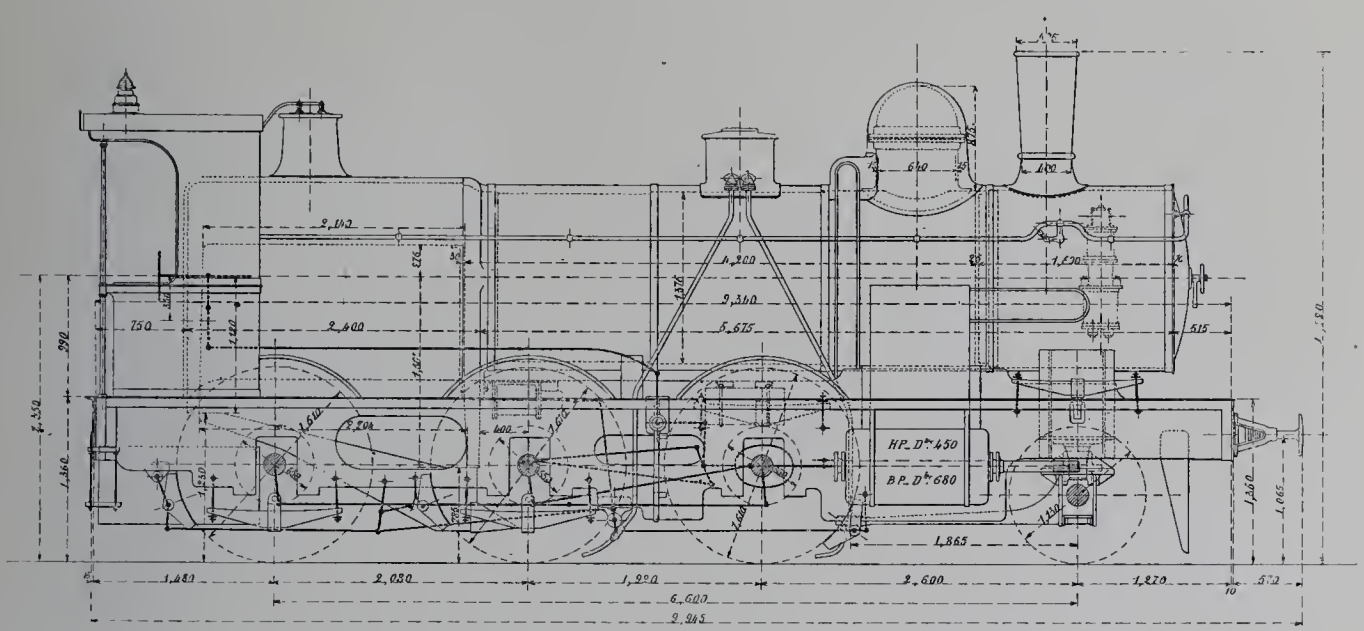


Fig. 41. — Locomotive 3/4, n° 1802, des chemins de fer du Midi.

Le bissel est d'un type particulier qui, s'écartant notablement des types américains, reproduit les dispositions principales du bogie à longerons extérieurs des machines à quatre cylindres des chemins de fer du Midi : son châssis est relié aux longerons de la machine par un boulon situé à l'arrière des cylindres et seulement directeur. Le bissel est maintenu ou ramené dans sa position normale par une cheville ouvrière fixée au châssis principal et qui pénètre dans une crapaudine portée par le bissel. Cette crapaudine peut se déplacer transversalement, sous le contrôle de deux ressorts de rappel en forme de volute. Le bissel porte l'avant de la machine par l'intermédiaire de deux ressorts de suspension, fixés aux longerons principaux, et dont les tiges de pression, coulissant le long desdits longerons, s'appuient sur des crapaudines qui sont noyées dans les réservoirs à huile des boîtes, et peuvent se déplacer en tous sens sur les fonds de ces réservoirs.

Les cylindres sont extérieurs; la distribution, placée à l'intérieur, du type Stephenson, est actionnée par une seule barre de changement de marche. Le coulisseau commande directement, au moyen d'une tige à baïonnette et d'une bielle à cage, chacun des tiroirs

disposés verticalement. Le tiroir H. P. est à coquille et celui B. P. à canal. De grandes dimensions ont été données aux boîtes à vapeur et aux lumières d'admission. Les rayons et angles de calage des excentriques et les recouvrements des tiroirs ont été choisis de telle sorte que les admissions dans le cylindre B. P. sont toujours supérieures de 10 à 14 centièmes de la course aux admissions dans le cylindre H. P. Une soupape de sûreté limite à 5 kilogrammes la pression dans le réservoir intermédiaire. Les conduits d'admission du petit cylindre sont munis de soupapes de décharge qui laissent échapper la vapeur dans le réservoir intermédiaire toutes les fois que la différence de pression exercée sur les deux faces du cylindre H. P. dépasse 12 kilogrammes, cela afin de limiter la fatigue du mécanisme H. P. Les démarrages ne pouvant s'effectuer qu'en marche compound, la machine a été munie d'un petit régulateur auxiliaire par la manœuvre duquel le mécanicien permet à la vapeur vive, préalablement admise dans la boîte à vapeur H. P., de pénétrer dans deux orifices simultanément découverts, dont l'un, d'un diamètre de 30 millimètres environ, débouche dans le cylindre H. P. vers le milieu de sa longueur, tandis que l'autre, d'un diamètre de 10 millimètres, communique avec le réservoir intermédiaire.

Le tender n'était pas exposé.

Cette machine a permis la remorque de trains de 700 tonnes sur une rampe de 5 millimètres, à la vitesse de 25 kilomètres à l'heure, et la remorque de trains de 260 tonnes, à la vitesse de 75 kilomètres, sur la ligne de Bordeaux à Bayonne (déclivité maxima : 5 millimètres). En palier, avec un train de 130 tonnes, la vitesse de 100 kilomètres a été atteinte. Ces charges ne comprennent pas, bien entendu, les poids de la machine et du tender.

Locomotive compound à trois cylindres, 3/4, n° 336, du chemin de fer du Jura-Simplon. — Cette locomotive, exposée par la fabrique de locomotives de Winterthur, porte le numéro de fabrication 1271. Elle dérive d'un type établi en 1889, dont notamment les dimensions et le timbre de la chaudière ont été augmentés. Étudiée en vue de remorquer une charge de 200 tonnes, sur une rampe continue de 20 millimètres, à la vitesse de 30 kilomètres à l'heure, elle peut être employée aux deux services de voyageurs et de marchandises. Le Jura-Simplon possède une quarantaine de machines de ce type.

Cette locomotive représentait seule, à Vincennes, le type de la compound à trois cylindres, dont un seul exemplaire a été construit en France[1], mais qui a été reproduit à un grand nombre d'exemplaires par M. Webb, sur le *London and North Western Railway*[2].

[1] Nous voulons parler de la locomotive n° 3101 du Nord construite en 1887, locomotive 3/4 dont l'essieu couplé du milieu, coudé, est commandé par un seul cylindre H. P. intérieur et deux cylindres B. P. extérieurs. D'autre part la Compagnie de l'Ouest possède une compound à 3 cylindres construite en Angleterre sur les plans de M. Webb en 1884.

[2] C'est en 1881 que M. Webb construisit à Crewe sa première locomotive 2/3 à trois cylindres. Deux cylindres H. P. placés à l'extérieur des longerons

Contrairement à la disposition adoptée sur ce chemin de fer anglais, dans la locomotive du Jura-Simplon, l'unique cylindre à haute pression est placé à l'intérieur des longerons, sous la boîte à fumée, et attaque le premier essieu couplé. Les deux cylindres extérieurs à basse pression actionnent le second essieu couplé; le troisième essieu couplé est sous le foyer. Enfin, un essieu porteur est placé à l'avant, mais toutefois il se trouve en arrière du cylindre H. P.

La chaudière est du type Crampton; son foyer est entretoisé au berceau cylindrique de l'enveloppe par des tirants verticaux dont les deux premières rangées sont à dilatation.

La grille est en trois parties : en arrière, un jette-feu horizontal, puis deux jeux de barreaux inclinés de 12 et 18 degrés, les plus inclinés étant à l'avant; elle est munie d'un cendrier fermé. Afin d'augmenter le volume du foyer, la plaque avant de la boîte à feu, ainsi que la plaque tubulaire, ne descendent pas verticalement, mais sont renvoyées vers l'arrière, de façon à éviter l'essieu du milieu. La plaque arrière de l'enveloppe est assemblée de façon que l'embouti tourne sa concavité vers l'arrière de la machine, ce qui facilite le rivetage hydraulique, mais peut être nuisible à l'étanchéité du joint. Le régulateur, à double tiroir plan, est placé dans le dôme, mais sa manœuvre est ramenée à l'extérieur de la chaudière. Les longerons intérieurs sont entretoisés à l'avant par la traverse de tête, puis par un caisson formé de nervures venues de fonte avec le cylindre à haute pression. Les cylindres à basse pression sont entretoisés par un caisson en tôles et cornières servant d'appui à la glissière unique des cylindres à basse pression. Sous la plate-forme arrière est une traverse en fonte qui sert d'appui à deux tampons radiaux. L'essieu d'avant est radial suivant la disposition Adams; les faces verticales des glissières des plaques de garde et des boîtes à huile (celles-ci reliées l'une à l'autre) sont dressées suivant une surface cylindrique ayant son axe dans le plan médian de la machine, en un point donnant la convergence dans une courbe déterminée; des plans inclinés placés au-dessus des boîtes ramènent celles-ci, et par suite l'essieu, dans la position normale. Les ressorts de suspension de cet essieu porteur sont conjugués par deux balanciers avec les ressorts de suspension du premier essieu moteur; deux autres balanciers conjuguent entre eux les ressorts de suspension des deuxième et troisième essieux couplés. Les trois cylindres sont horizontaux; les pistons B. P. sont seuls munis de contre-tiges; le mouvement de la H. P. est à glissière unique; les trois manivelles sont calées à 120 degrés l'une de l'autre; les distributions, du type Walschaerts, sont relevées simultanément par un changement de marche à vis; un dispositif permet une admission aux grands cylindres plus grande qu'au cylindre H. P.; les tiroirs sont équilibrés d'après le type von Borries. Pour les démarrages, un robinet permet d'envoyer de la vapeur vive dans le réservoir intermédiaire.

et en arrière de l'essieu porteur, situé sous la boîte à fumée, commandaient l'essieu moteur d'arrière; un cylindre unique B. P. actionnait l'essieu coudé moteur d'avant. Ces deux essieux moteurs n'étaient pas reliés par des bielles d'accouplement. On peut reprocher à cette disposition d'obliger à peu faire travailler le cylindre B. P. sous peine de produire le patinage des roues qu'il actionne.

Cette machine est munie du frein Westinghouse-Henry, de la sablière à vapeur Gresham, de l'indicateur de vitesse Hausshälter.

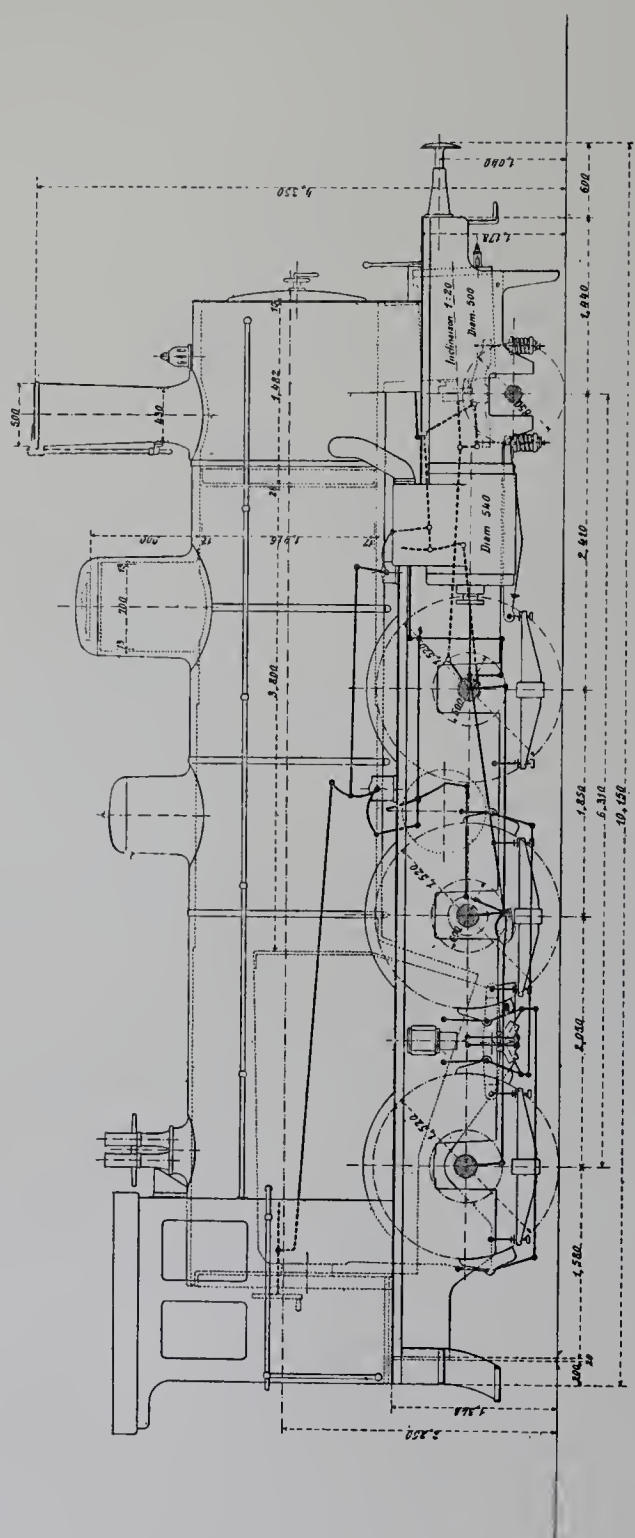


Fig. 42. — Locomotive 3/4, n° 336, du Jura-Simplon.

Le tender est monté sur trois essieux; il est muni de rotules d'accouplement métalliques, de tampons radiaux et de balanciers conjuguant les suspensions des deux essieux d'arrière.

Locomotive à simple expansion, 3/5, n° 2006, du North Eastern Railway. — Cette locomotive a été construite dans les ateliers de la Compagnie, à Gateshead, sur les plans de l'ingénieur en chef, M. Worsdell. Elle présente la simplicité d'aspect extérieur des machines de construction anglaise et la disposition américaine des cylindres montés à l'extérieur des longerons, au-dessus du bogie.

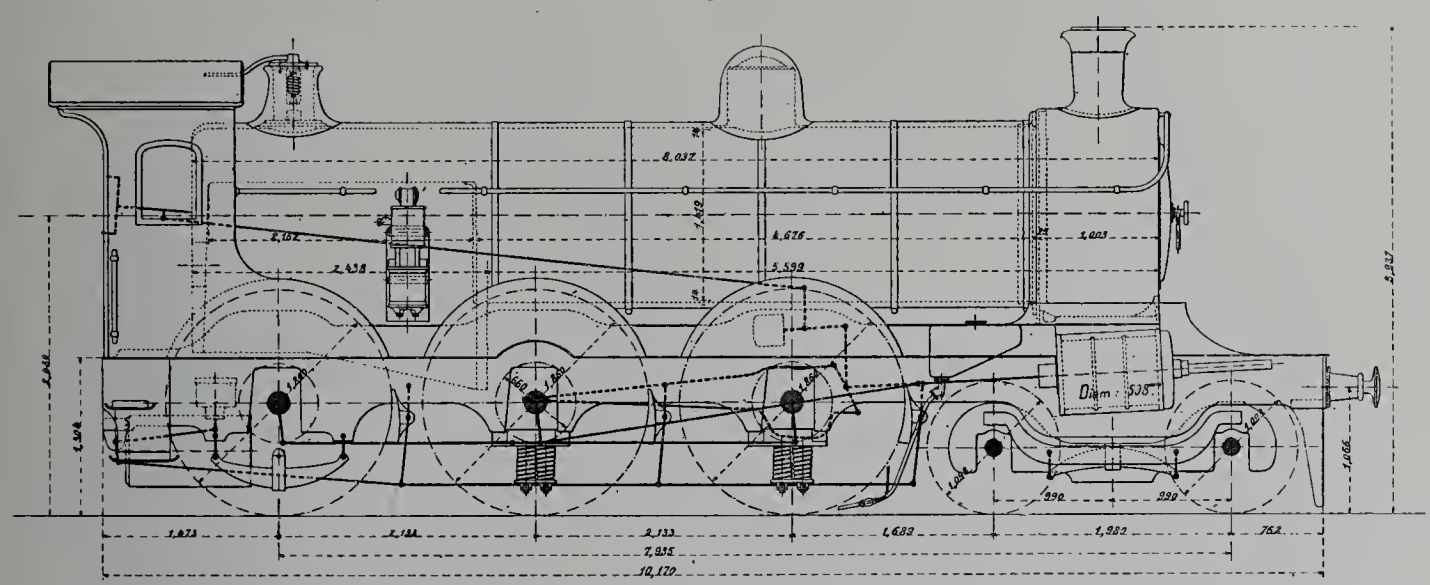


Fig. 43. — Locomotive 3/5, n° 2006, du North-Eastern Railway.

Le foyer est du type Crampton et est armaturé, suivant la pratique anglaise la plus générale, par des fermes longitudinales en acier moulé, suspendues au ciel de l'enveloppe; la plaque tubulaire de boîte à fumée est en cuivre. Le foyer, peu profond, a une longue voûte, un cendrier fermé, une grille horizontale à l'arrière, sur le tiers environ de sa longueur, et inclinée de 10 degrés dans sa partie avant. Le dôme, placé au milieu du corps cylindrique, renferme le régulateur à double tiroir plan. L'échappement est à tuyère fixe. Les cylindres sont légèrement inclinés; les tiroirs plans sont verticaux et ont leurs boîtes placées à l'intérieur, ce qui permet de les actionner directement par le mécanisme de distribution à coulisse Stephenson, placé également à l'intérieur; les barres d'excentriques sont coudées pour éviter l'essieu couplé d'avant; chaque tige de tiroir est articulée directement au coulisseau. Le changement de marche est à vis. Le bâti est entretoisé par un caisson en acier moulé, formant support de glissières et guide de la tige de tiroir, et par deux autres entretoises en acier moulé placées l'une entre la première et la deuxième paire de roues, et l'autre à l'avant du foyer. La plate-forme et la traverse d'arrière sont constituées par une pièce en fonte boulonnée aux longerons, disposition très fréquente dans les machines anglaises. Une paire de ressorts en spirale suspend la machine aux quatre boîtes des deux essieux d'avant. La suspension à l'essieu d'arrière est faite par des ressorts à lames. Les têtes des bielles d'accouplement sont à bagues. Les glissières de plaques de garde, en une seule pièce, ainsi que les roues sont en acier moulé. Les boîtes sont entièrement en bronze et ne forment qu'une seule pièce avec les coussinets; elles portent contre des coins de réglage. Le bogie est du type à

longerons intérieurs, avec pivot à déplacement latéral dans des glissières circulaires et rappel par des ressorts à lames.

Le châssis du bogie est attaché au collier de deux ressorts à lames compris entre deux flasques formant balanciers et s'appuyant sur le dessus des boîtes à huile du bogie.

Cette machine est munie d'un injecteur à vapeur d'échappement.

Le tender, porté par trois essieux, est muni d'une écope de prise d'eau en route. Les ressorts de suspension ne sont pas conjugués par des balanciers.

Cette machine doit remorquer de lourds trains à voyageurs, sur de longues rampes de 10 millimètres, à la vitesse de 80 kilomètres à l'heure, en effectuant des parcours de 200 kilomètres sans arrêt intermédiaire.

Locomotive compound à 2 cylindres, 3/5, n° 3151, de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée. (Nommée *Alessandro Volta*.) — Cette machine, construite dans les établissements Gio Ansaldo et Cie, à Sampierdarena, porte le numéro de fabrication 366. Elle est destinée à remorquer soit des trains express atteignant la vitesse de 100 kilomètres en palier, soit des trains ordinaires sur les rampes de 10 et 12 millimètres de la ligne de Rome à Pise.

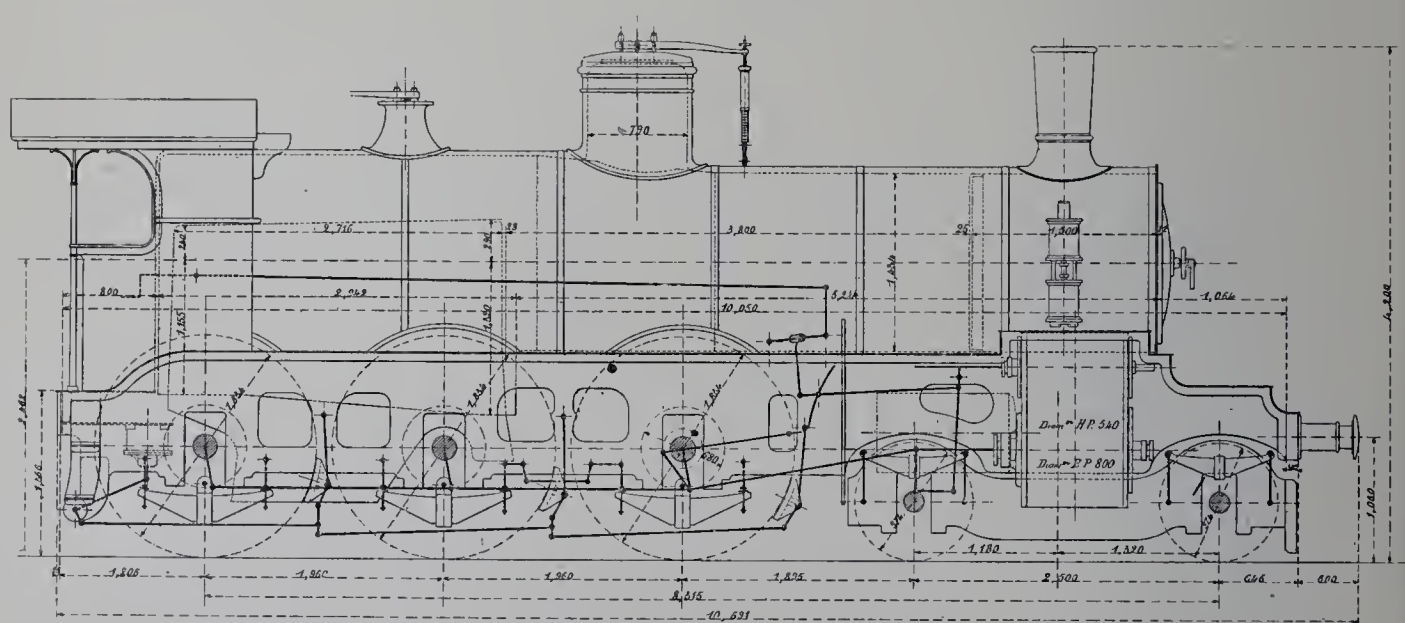


Fig. 44. — Locomotive 3/5, n° 3151, des Chemins de fer de la Méditerranée.

La chaudière de cette locomotive est du type Crampton, le ciel du foyer est entretoisé directement par des tirants verticaux avec l'enveloppe, sans disposition spéciale pour la dilatation de la plaque tubulaire; deux rangées de douze tirants transversaux sont articulées à des cornières rivées à la partie supérieure des flancs du berceau cylindrique pour les raidir. Le foyer est muni d'une voûte en briques, d'un déflecteur et d'un cendrier fermé.

La grille, très peu inclinée (4°), est composée de plaques en fonte ajourées en zigzag, pour permettre de brûler des menus. Elle n'a pas de jette-feu. La gran-

deur et la faible inclinaison de cette grille doivent en rendre le service difficile. Le régulateur, placé dans le dôme, est du type à soupape équilibrée.

Le rayon de l'enveloppe de la boîte à feu est plus grand que le rayon du corps cylindrique; aussi la virole conique qui porte le dôme a-t-elle un diamètre extérieur de 1 m. 565 du côté de la boîte à feu et de 1 m. 468 du côté de la boîte à fumée. Cette forme de chaudière est connue aux États-Unis sous le nom de *wagon-top*, à cause de sa ressemblance avec les extrémités des toitures de voitures.

Les cylindres étant extérieurs aux longerons, afin de loger dans le gabarit le grand cylindre, qui a un diamètre intérieur de 800 millimètres, les longerons, dont l'écartement à l'arrière est de 1 m. 230, sont contrecoudés à l'avant de façon que leur écartement n'est plus que de 0 m. 830. Les longerons sont entretoisés entre les cylindres par un caisson en acier moulé qui porte le pivot du bogie et par des tôles horizontales assemblées par des cornières. Les ressorts de suspension des premier et deuxième essieux couplés sont conjugués par des leviers d'équerre et des tirants. Le bogie est du type à longerons intérieurs; la suspension est effectuée par quatre ressorts à lames placés au-dessus des boîtes. Le pivot se termine par une partie sphérique formant réservoir d'huile; la crapaudine est suspendue aux traverses du bogie par quatre bielles inclinées, suivant la disposition américaine, mais des ressorts en spirale latéraux ont été ajoutés afin de permettre de régler les déplacements transversaux du bogie. Les cylindres sont horizontaux. Les bielles motrices actionnent le premier des trois essieux couplés. Les bielles d'accouplement des premier et second essieux sont à l'extérieur des bielles motrices, tandis que les bielles accouplant le deuxième essieu au troisième sont dans le plan des bielles motrices, disposition assez rare. La distribution, du type Walschaerts, est commandée par un changement de marche à vis; le tiroir de distribution du cylindre à haute pression est cylindrique et tubulaire, l'admission se faisant entre les deux disques, comme dans la disposition Ricour; le tiroir du cylindre à basse pression est à canal et compensé; l'échappement est du type annulaire Adams; l'appareil de démarrage, dénommé von Borries-Giordana, à clapet circulaire, présente une disposition spéciale pour la marche à contre-vapeur; il ne donne pas au petit cylindre d'échappement direct vers l'extérieur. Bien qu'il n'y ait qu'un seul arbre de relevage pour les deux distributions, leur rapport est variable sans être pour cela à la disposition du mécanicien. La tige de suspension de la bielle de commande de la distribution H. P., au lieu d'être articulée invariablement à l'extrémité du levier de l'arbre de relevage, se termine par un coulisseau mobile dans une glissière pratiquée à l'extrémité de ce levier. Ce coulisseau est relié à un point fixe du châssis, autour duquel il est forcé de décrire un arc de cercle. Cette disposition permet d'augmenter le déplacement du coulisseau de la coulisse Walschaerts aux fonds de course du changement de marche; elle a été introduite dans la construction des locomotives compound, il y a déjà une douzaine d'années, par M. Mallet.

Cette machine est munie des appareils du frein modérable Westinghouse-Henry, du chauffage à la vapeur Haag, de l'indicateur de vitesse Hausshälter. Son tender est monté sur trois essieux; l'accouplement des conduites d'eau est fait par des rotules métalliques.

Locomotive compound à deux cylindres, 3/5, des chemins de fer du Wladicaucase. — Cette machine, construite par les ateliers de la Société de Kolomna, porte le numéro de fabrication 2500.

La chaudière, du type Crampton, a son ciel de foyer suspendu au berceau cylindrique de l'enveloppe par des tirants verticaux dont la première rangée est à dilatation.

Cette chaudière est disposée pour être chauffée avec des résidus de naphte. Un seul brûleur est placé sous le tablier du mécanicien; son jet passe par une ouverture pratiquée dans la paroi arrière, au-dessus du cadre. Le foyer est garni de briques réfractaires qui forment une sole et une voûte, recouvrent complètement les plaques avant et les plaques latérales sous la voûte, mais ne recouvrent que partiellement la plaque arrière et les plaques latérales en arrière de la voûte. L'échappement fixe est surmonté d'un cône en tôle. Le dôme, placé tout à fait à l'avant de la chaudière, renferme le régulateur à tiroir. Ce dôme est séparé en deux parties par un diaphragme percé d'une ouverture surmontée d'une calotte pour arrêter les entraînements d'eau.

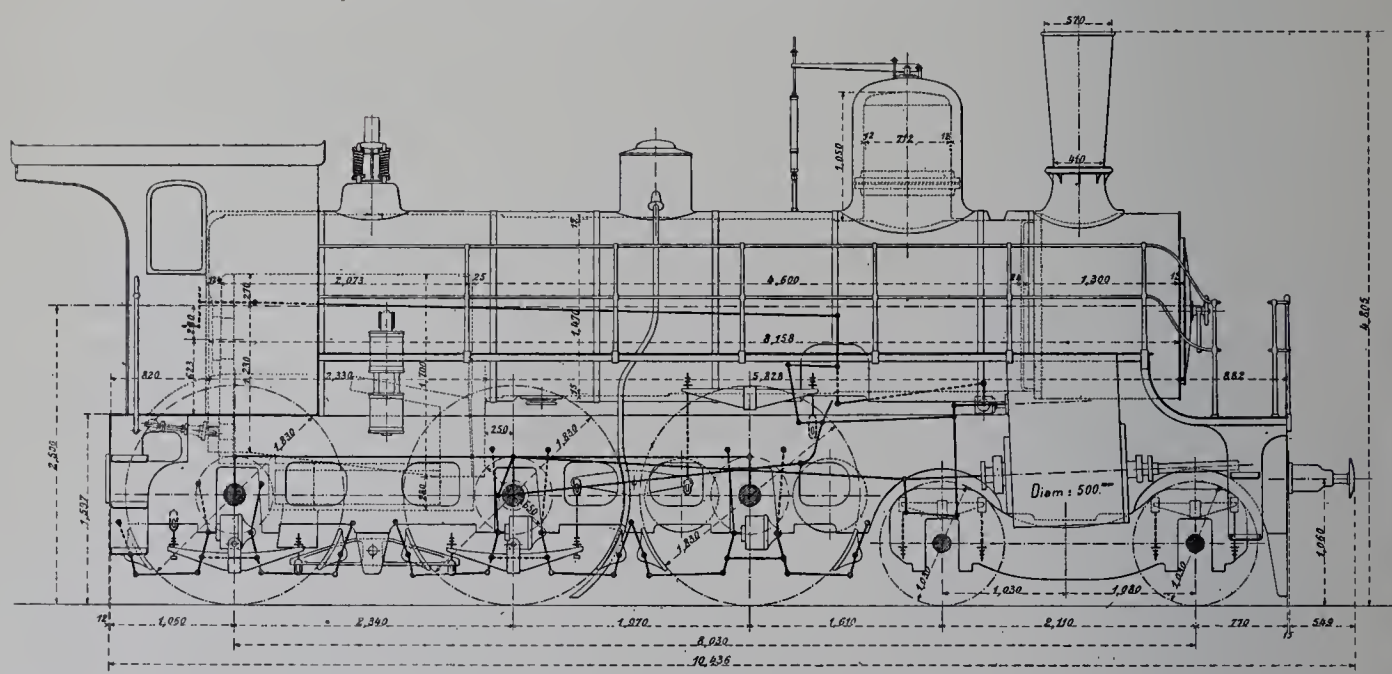


Fig. 45. — Locomotive 3/5 des chemins de fer du Vladicaucase.

Les longerons de 30 millimètres d'épaisseur, intérieurs aux roues, sont entretoisés par un caisson de cylindres, deux tôles verticales et les traverses de tête et d'attelage, le tout constitué en tôles et cornières. Les suspensions des trois essieux moteurs sont conjuguées par des balanciers longitudinaux. Le bogie est du type à longerons intérieurs et à pivot sphérique portant la charge; le mode de suspension se rapproche de celui des machines américaines, mais ici le pivot est solidaire du châssis du bogie, tandis que la crapaudine renversée est suspendue par des bielles inclinées au châssis de la machine. Afin de limiter les oscillations de la machine sur le bogie, deux tampons verticaux sont portés par le caisson des cylindres et leurs tiges viennent s'appuyer sur des crapaudines placées au-dessus des longerons du bogie. Celui-ci est porté par quatre ressorts à lames

indépendants. Les deux cylindres extérieurs sont montés dans l'axe du bogie, ils actionnent le deuxième essieu moteur. La distribution est effectuée par des tiroirs plans équilibrés commandés par un mécanisme de distribution Walschaerts avec commande de relevage unique. Les boîtes à vapeur sont placées au-dessus des cylindres. Le réservoir intermédiaire est constitué par un gros tuyau logé à l'avant de la boîte à fumée. Il n'y a pas d'appareil d'interception entre les cylindres H.P. et B.P. L'abri, de grandes dimensions, est muni de portes ouvrant directement sur les tabliers. Ceux-ci très élevés sont munis de garde-corps. L'abri est éclairé par une lanterne placée dans la toiture. Signalone encore des sièges pour les agents et un indicateur de vitesse.

Cette locomotive est destinée à remorquer des trains à voyageurs atteignant la vitesse de 80 kilomètres à l'heure.

Le tender de cette machine n'était pas exposé.

Locomotive compound à 2 cylindres, 3/5, n° 921 (*type 136, série 9*), des chemins de fer de l'État autrichien. — Cette machine a été construite par les ateliers de la *Maschinen-Fabrik der Osterreichischen Ungarischen Staatseisenbahn-Gesellschaft,* à Vienne. Elle porte le numéro de fabrication 2816. Ces ateliers ont livré aux mêmes chemins de fer, en 1898, une, et, en 1899, onze locomotives du même type pour la remorque des trains express sur des lignes à rampes de 14, 18 et 22 millimètres. Sur une rampe de 18 millimètres, elle remorque un train de 200 tonnes à la vitesse de 40 kilomètres à l'heure.

La chaudière est du type Crampton. Le ciel du foyer est suspendu au berceau cylindrique par des tirants verticaux et le berceau est armaturé par des tirants transversaux. La face arrière de la boîte à feu est légèrement inclinée; le foyer est muni d'une voûte en briques et d'un cendrier fermé. La grille inclinée d'environ 9 degrés a une grande surface, parce que le combustible employé est du lignite de Fohnsdorf qui ne vaporise que 4 kilogr. 500 à 5 kilogrammes d'eau par kilogramme de combustible. Le corps de la chaudière est surmonté d'un vaste réservoir de vapeur de forme cylindrique communiquant avec la chaudière par deux tubulures. La prise de vapeur, par régulateur à tiroir plan, se fait au-dessus de la tubulure d'avant. Les longerons sont extérieurs aux roues, disposition rendue nécessaire par la position intérieure des deux cylindres qui ont de grands diamètres : 530 millimètres pour la H. P. et 810 millimètres pour la B. P. Ces cylindres sont inclinés de 8 degrés et actionnent le premier des trois essieux couplés. Le châssis est entretoisé à l'arrière du groupe des deux cylindres par un caisson en tôles et cornières et par une entretoise verticale entre la première et la deuxième paire de roues motrices.

Les évidements des plaques de garde sont renforcés par des glissières de plaques de garde en acier moulé d'une seule pièce et l'essieu coudé, du type usuel à quatre manivelles, est maintenu en son milieu par une troisième boîte portée par un petit longeron médian. Les tiroirs sont verticaux; celui du cylindre B. P. est à canal. Le mouvement de distribution, du type Walschaerts, est en partie extérieur; le levier d'avance est actionné par la première bielle d'accouplement. Les poulies d'excentrique sont montées

IMPRIMERIE NATIONALE.

sur des manivelles d'accouplement calées elles-mêmes sur l'essieu coudé à l'extérieur des longerons. Cela conduit à une poulie d'excentrique ayant près de 0 m. 70 de diamètre. Les deux distributions sont liées et commandées par un unique changement de

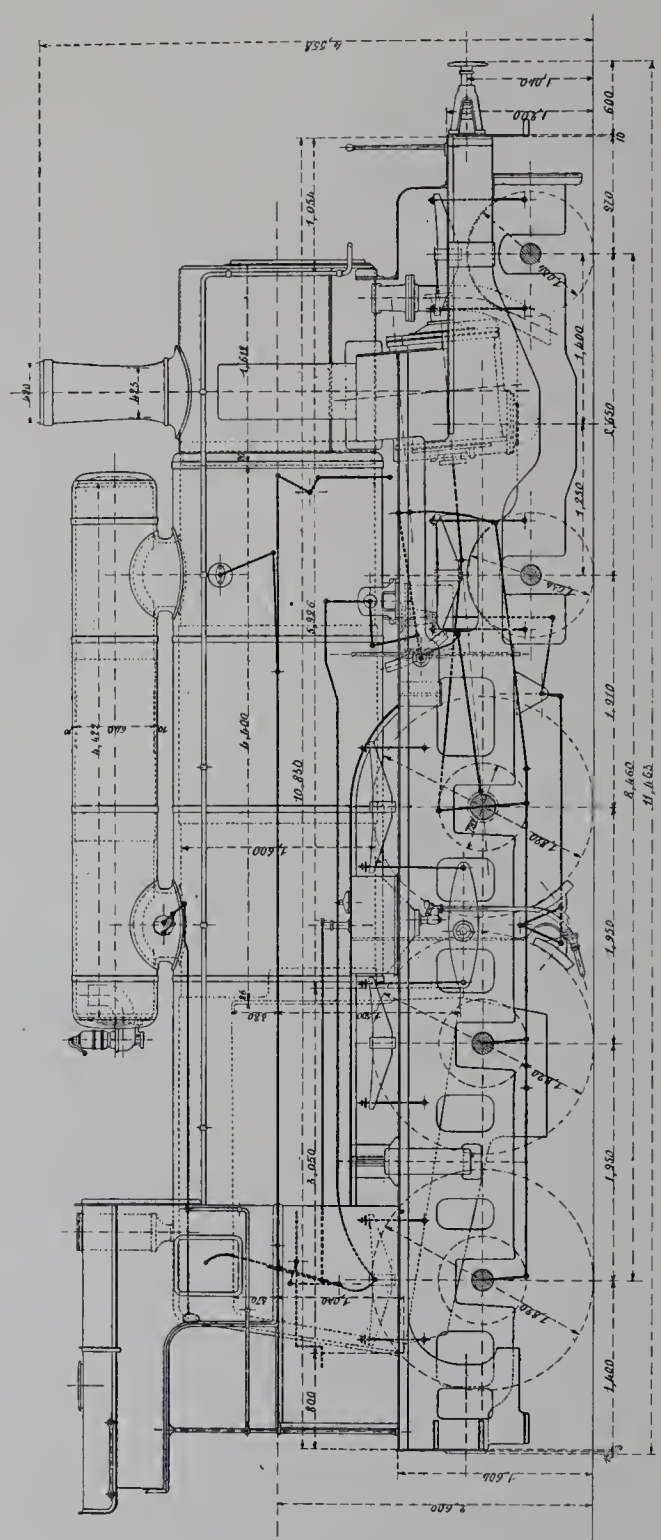


Fig. 46. — Locomotive 3/5, n° 921, de l'État autrichien.

marche à vis; elles donnent un écart de 15 p. 100 entre les admissions H. P. et B. P. Aux démarrages, l'admission est de 90 p. 100 de la course, grâce aux recouvrements extérieurs différents donnés aux tiroirs et aux rapports des bras de leviers d'avance.

Le mécanisme de démarrage est du système Gölsdorf : aux grandes admissions le tiroir B. P. découvre de petits orifices communiquant avec la conduite de vapeur reliant le régulateur à la boîte du tiroir H. P. Il n'y a pas de valve d'interception entre les cylindres. Le réservoir intermédiaire a un volume égal à deux fois et demie celui du cylindre H. P. Les sablières sont placées sur le tablier. Le bogie, à longerons intérieurs, est d'une construction assez particulière : le pivot qui porte la charge se termine par une rotule hémisphérique reposant sur une crapaudine de même forme. Cette crapaudine est suspendue par deux bielles inclinées comme dans les machines américaines, mais elle est, en outre, rappelée à sa position d'équilibre par un ressort horizontal à boudin qui ajoute son action à celle de la gravité; de plus, une partie de la charge est portée latéralement par deux butées, placées à peu près dans le plan intérieur des roues, terminées par des rotules et appuyées par des ressorts en spirale sur des crapaudines, qui reposent elles-mêmes sur des équerres en acier moulé boulonnées aux longerons du bogie. Ces butées limitent les oscillations de la machine par rapport au bogie. Celui-ci est porté par quatre ressorts à lames placés au-dessus des boîtes à huile.

Cette machine est munie du frein à vide automatique, de l'indicateur de vitesse Hausshälter et de la sablière à vapeur Gresham.

Le tender de cette machine n'était pas exposé.

Locomotive compound à deux cylindres, 3/5, n° 138, pour les chemins de fer de l'État de Norvège. — Cette machine, construite par les Usines saxonnes, à Chemnitz, porte le numéro de fabrication 2500. Elle est destinée à remorquer des trains de voyageurs, aussi bien que des trains mixtes et à marchandises, sur la ligne de Christiania à Glövik. Cette ligne, de 125 kilomètres, est très accidentée; elle présente en pleine voie des courbes de 250 mètres et sur les aiguilles des gares des courbes de 150 mètres; 70 p. 100 de la longueur totale est en courbes. 20 kilomètres sont en rampe ou en pente de 17 et 20 millimètres.

La chaudière est du type Crampton; le ciel du foyer est relié directement avec l'enveloppe cylindrique par des tirants dont la première rangée est remplacée par de courtes fermes longitudinales suspendues à une cornière rivée à l'enveloppe. La permanence de la forme cylindrique de l'enveloppe est assurée par six tirants transversaux. Il n'y a pas de cadre de porte. Le foyer a une voûte et un cendrier fermé. La grille, sans jette-feu, est inclinée de 7 degrés. La chaudière est revêtue d'une enveloppe en bois recouverte de tôle russe.

Le châssis est formé de deux longerons en tôle d'acier de 25 millimètres renvoyés intérieurement vers l'avant de 45 millimètres pour permettre de placer à l'intérieur du gabarit le grand cylindre de 670 millimètres de diamètre intérieur. Les longerons, intérieurs aux roues, sont entretoisés à l'avant par un caisson en tôles et cornières placé entre les deux cylindres et portant le pivot du bogie. La tôle qui forme la partie supérieure de ce caisson s'étend, suivant une disposition fréquemment employée dans les machines allemandes, jusqu'à l'avant du foyer et est rivée par l'intermédiaire de cor-

nières aux longerons. Cet entretoisement est renforcé dans le sens vertical par des tôles, l'une à la hauteur des supports de glissières de piston, l'autre entre la première et la seconde paire de roues motrices. Les évidements des plaques de garde sont renforcés par des glissières en acier moulé d'une seule pièce. Les suspensions des trois essieux moteurs sont conjuguées par quatre balanciers longitudinaux. Le bogie est à longerons intérieurs. Le pivot, qui porte la charge, est attaché par des bielles inclinées au châssis du bogie. Celui-ci est suspendu à deux grands ressorts à lames compris entre des flasques formant balanciers et portant sur les boîtes à huile. La distribution est du type Walschaerts, les tiroirs sont à canal et équilibrés d'après le système von Borries. Les couvercles des cylindres sont munis de soupapes de sûreté. La valve de démarrage, du type von Borries, ne donnant pas au cylindre H. P. d'échappement direct, est placée sur le cylindre B. P. La tuyère d'échappement est fixe. Les six roues motrices et les quatre roues du bogie sont freinées chacune par un sabot. La timonerie du bogie est commandée par le cylindre à frein de la machine. Le frein appliqué est du système à vide automatique Hardy. Les boîtes à huile des essieux couplés et les têtes des bielles motrices ont des coins de réglage. Les têtes des bielles d'accouplement sont à bagues. Parmi les accessoires de la machine, il convient de citer les injecteurs Gresham, les soupapes à charge directe et à décharge silencieuse de la Coale Muffler and Pop safety valve C°; les graisseurs à condensation Nathan; les graisseurs des cylindres, système Furness, et les garnitures *United Kingdom Metallic Packing* pour les tiges des pistons et des tiroirs.

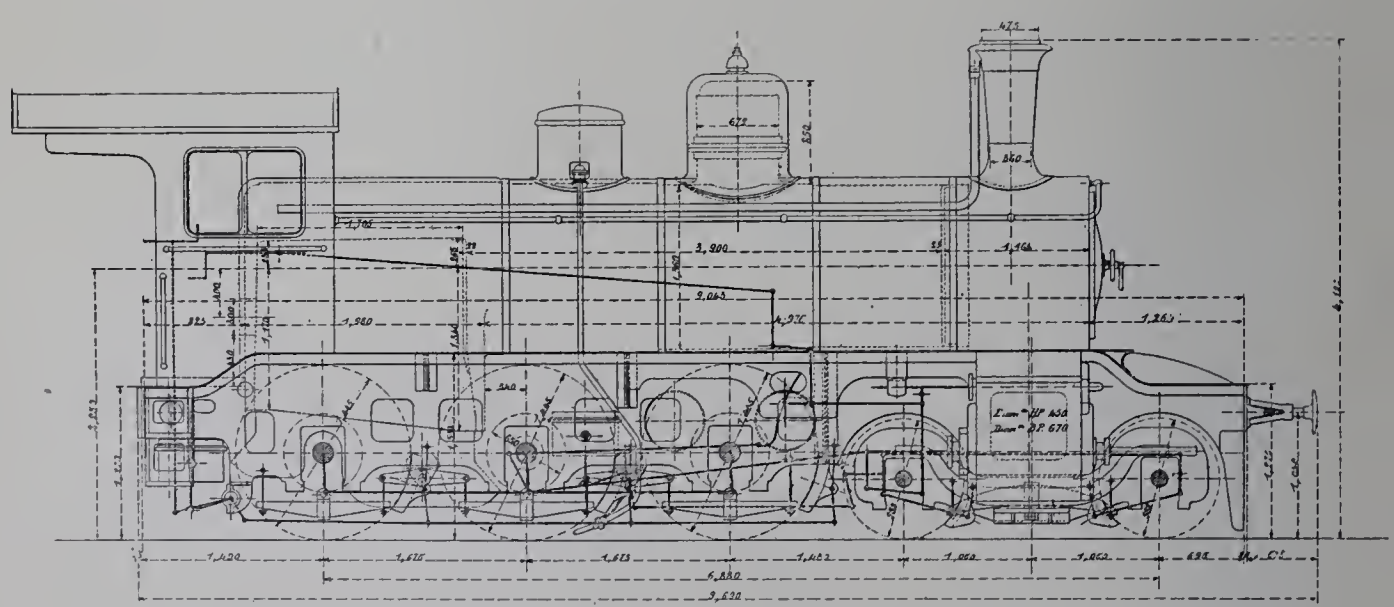


Fig. 47. — Locomotive 3/5, n° 138, de l'État norvégien.

Le tender est monté sur deux bogies du type américain dit *diamond*, dans lequel les boîtes sont solidaires des flasques du bogie; les traverses dansenses sont en bois et chacune de leurs extrémités repose sur deux ressorts composés chacun de trois spirales concentriques. Ce bogie constitue le type normal actuel des chemins de fer norvégiens pour ses véhicules sur bogies.

Locomotive compound à quatre cylindres, 3/5, n° 1301, de la Compagnie des chemins de fer du Midi. — Cette machine a été construite, en 1896, par la Société alsacienne de constructions mécaniques (n° de fabrication 4664).

Très satisfaite du fonctionnement des locomotives compound à quatre cylindres, 2/4, du type Nord, que la Société alsacienne de constructions mécaniques lui avait livrées en 1894, la Compagnie des chemins de fer du Midi demanda, en 1895, à la même Société de lui fournir pour essai deux locomotives compound à quatre cylindres, mais à trois essieux couplés, type que les Usines de Grafenstaden avaient construit, en 1893, pour les chemins de fer de l'État badois, d'après les plans établis sous la direction de M. de Glehn, administrateur de la Société alsacienne. Les deux locomotives commandées par le Midi étaient identiques sauf les roues qui devaient avoir, pour l'une des machines, 1 m. 75 de diamètre, et, pour l'autre, 1 m. 60.

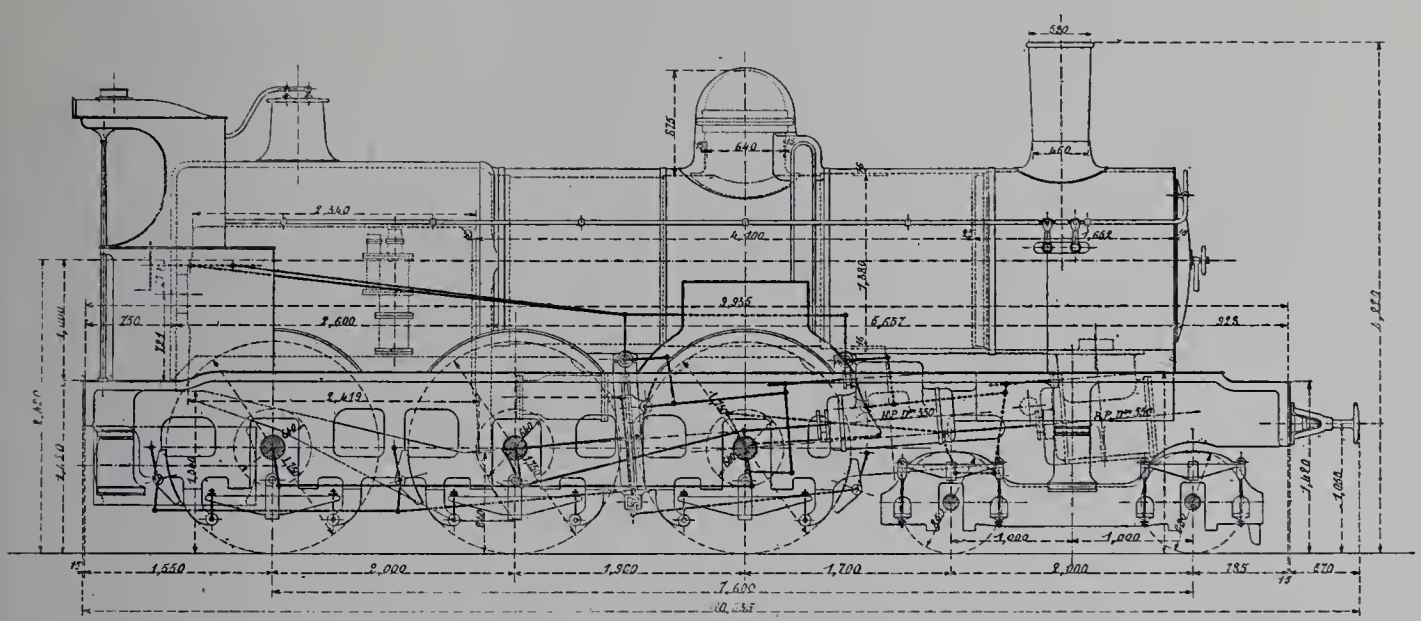


Fig. 48. — Locomotive 3/5, n° 1301, des chemins de fer du Midi.

La machine 1301 ne diffère de la locomotive G. V. 1765 de la même Compagnie que par le nombre et le diamètre des roues couplées et par la longueur des tubes. Les cylindres H. P. sont, comme ceux de la B. P., légèrement inclinés. Les cylindres B. P. attaquent le premier essieu et les cylindres H. P. le second; le troisième essieu couplé est sous le foyer. L'appareil de démarrage et de fonctionnement en simple expansion est le même que sur la compound à grande vitesse 2/4, n° 1765, exposée par la même Compagnie et précédemment décrite.

Afin de pouvoir fonctionner en contre-vapeur à la descente des fortes déclivités, la machine 1301 a été pourvue d'appareils permettant un mélange de vapeur et d'eau dans la tuyère d'échappement et dans le réservoir intermédiaire. Le fonctionnement en contre-vapeur a lieu en compound; les grands cylindres aspirent la vapeur humide dans la colonne d'échappement et la refoulent dans le réservoir intermédiaire; les cylindres H. P. l'y aspirent et la refoulent dans la chaudière.

Les machines du même type commandées postérieurement ont des chaudières timbrées à 15 kilogrammes. Le tender est monté sur deux essieux.

D'après les constatations faites dans le service courant, la locomotive 1301 peut remorquer 125 tonnes sur une rampe de 32 millimètres, à la vitesse de 30 kilomètres; 160 tonnes sur une rampe de 15 millimètres, à la vitesse de 55 kilomètres; 650 à 700 tonnes sur rampes de 0 à 5 millimètres (Bordeaux à Cette), à la vitesse de 40 kilomètres. Enfin, cette machine affectée temporairement au service des express sur la section de Toulouse à Cette a pu facilement remorquer des charges de 200 tonnes, à des vitesses de 75 à 85 kilomètres, et des charges de 300 tonnes, à des vitesses de 65 à 70 kilomètres.

Locomotive compound à 4 cylindres, 3/5, n° 3701, de la Société italienne des chemins de fer méridionaux (*Réseau de l'Adriatique*). — D'après la notice distribuée au Jury, les ingénieurs de l'Adriatique ont voulu créer un type plus puissant que ceux possédés jusqu'à ce jour; une chaudière à très forte production de vapeur et, par suite, une grille de très grande surface étaient nécessaires. Ne voulant pas dépasser une longueur d'environ 2 mètres, afin d'obtenir sans trop de difficulté une conduite régulière du feu, le foyer ne pouvait plus être maintenu entre les longerons; ils se décidèrent ainsi à placer la grille au-dessus des longerons et des roues; mais, en raison du diamètre des roues motrices et accouplées, ils furent conduits à placer la grille au-dessus d'un bogie; cela parut être plus simple et conduire à un moindre empattement que la solution fournie par le type Atlantic. Ils placèrent finalement le foyer en avant, en retournant la chaudière, pour faciliter la vue des signaux et la surveillance de la voie et, en outre, soustraire en partie les agents de la machine à l'action de la fumée pendant la traversée des longs tunnels [1].

Les soutes à charbon durent être placées sur les côtés de la locomotive, ce qui limite malheureusement l'approvisionnement à 4 tonnes, s'oppose à de longues étapes et rend le travail du chauffeur plus difficile. L'eau (15 mètres cubes) est contenue dans un wagon-citerne, à réservoirs cylindriques, porté par trois essieux, qui s'attelle derrière la locomotive; une tuyauterie, avec accouplements, amène l'eau aux injecteurs.

Afin de réduire les dimensions des organes moteurs et la masse des contrepoids, les ingénieurs de l'Adriatique ont réparti le travail entre quatre cylindres. Ces quatre cylindres sont disposés sur une même ligne, en arrière de l'essieu d'arrière et, par suite, en porte à faux. Les cylindres H. P. sont placés, l'un à l'extérieur, l'autre à l'intérieur de l'un des longerons de la machine; l'un des pistons actionne un bouton de manivelle, l'autre, le tourillon de l'essieu coudé; ces bouton et manivelle sont calés à 180 degrés

[1] Après la clôture de l'Exposition, pendant les mois de décembre 1900 et janvier 1901, des essais ont été effectués par les chemins de fer de l'Ouest entre cette locomotive et les deux locomotives compound à 4 cylindres de l'Ouest, 3/5 n° 2516 et 2/4 n° 521.

Des essais effectués sur les lignes de Paris au Mans, Paris à Évreux et Paris à Rouen, il résulte que la locomotive italienne a développé une puissance équivalente à celle des deux autres locomotives avec une consommation de combustible sensiblement égale, que les démarrages s'effectuaient franchement et rapidement et qu'à des vitesses dépassant 100 kilomètres son allure est très stable.

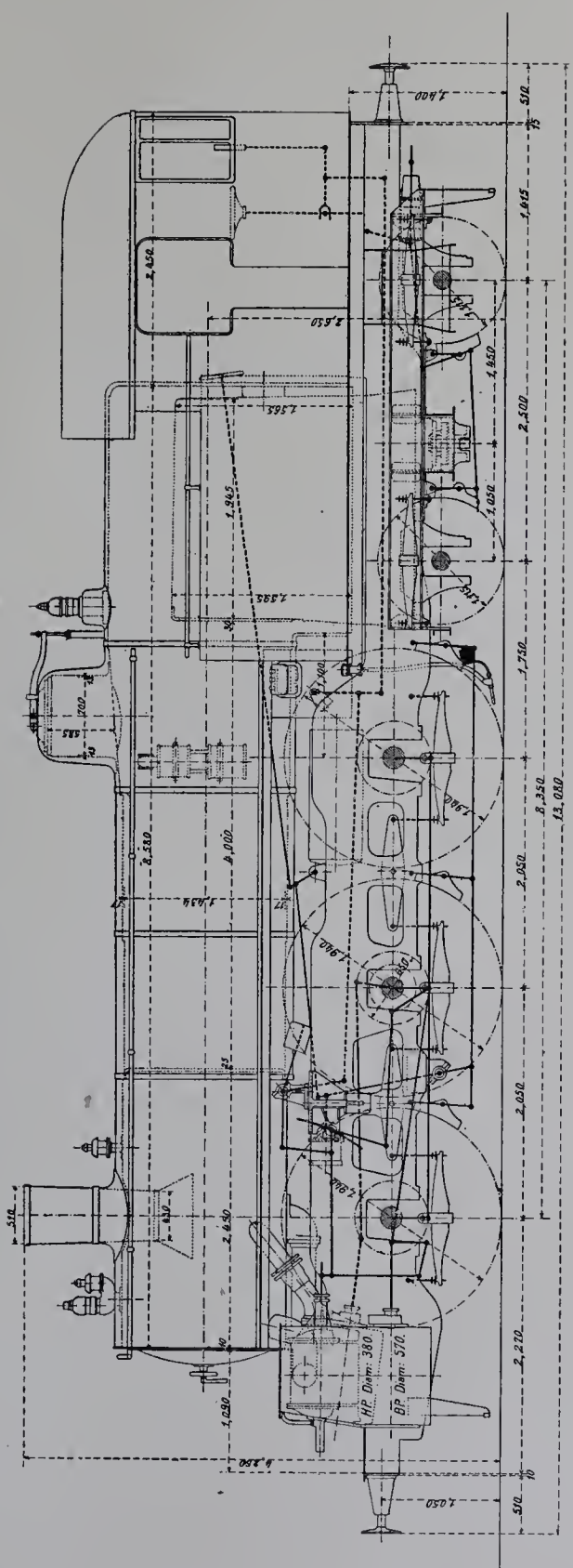


Fig. 49. — Locomotive 3/5, n° 3701, des chemins de fer de l'Adriatique.

l'un de l'autre. Les conduits de vapeur des cylindres sont croisés et viennent aboutir aux deux lumières d'un distributeur unique à tiroir cylindrique. Les cylindres B. P. et leurs mouvements sont disposés de la même façon contre l'autre longeron de la machine, les manivelles H. P. et B. P. étant à 90 degrés les unes des autres. De cette façon, la distribution de la vapeur est obtenue avec deux appareils seulement, tout en conservant l'indépendance des distributions H. P. et B. P., l'une par rapport à l'autre; on peut donc dire que cette locomotive est une compound à deux cylindres, dont chacun de ceux-ci a été dédoublé. La boîte à feu est à berceau cylindrique; elle se raccorde au corps cylindrique par une première virole conique. Les viroles sont disposées en télescope. Le ciel du foyer est suspendu au berceau par des entretoises verticales, sauf sa partie avant qui est soutenue par de courtes fermes longitudinales conformément à la disposition fréquemment suivie en Allemagne. De même, deux rangées de tirants horizontaux et transversaux sont articulées à des cornières rivées au berceau de la boîte à feu. Les entretoises, en cuivre rouge, ont leur filetage enlevé entre les plaques. La grille horizontale est pourvue d'un jette-feu placé à l'avant. Malgré sa largeur (1 m. 500), cette grille n'est desservie que par une seule porte, mais de grandes dimensions. Le foyer a une voûte en briques et un cendrier fermé. Les tubes en acier sont lisses et raboutés en cuivre rouge, sans virole. La chaudière est munie de quatre soupapes, deux à balance et deux du type *Coale* dans lesquelles un disque mobile permet de régler la section d'échappement de la vapeur et de limiter la chute de pression à environ 1/4 de kilogramme. Le régulateur, à double tiroir plan, incliné, est placé dans le dôme. La boîte à fumée est très longue (2 m. 450); elle renferme le tuyau de communication entre les cylindres H. P. et B. P. faisant réservoir intermédiaire. L'orifice de la tuyère débouche à 0 m. 350 seulement de la génératrice inférieure de la boîte à fumée; au contraire, la base conique de la cheminée descend à peu près jusqu'à l'axe de cette boîte. La variation de l'orifice d'échappement est produite par une pièce en forme de poire, mais dont la position ne peut pas être modifiée pendant la marche. Au-dessous du foyer, les longerons, intérieurs aux roues, sont surbaissés et, en outre, rapprochés l'un de l'autre, afin de permettre le pivotement du bogie. Tous les ressorts de suspension sont du type belge, c'est-à-dire à lames sans flèche de fabrication. Les six ressorts de suspension des essieux couplés sont conjugués par des balanciers longitudinaux. Les glissières de plaque de garde sont en acier moulé et consolident les évidements des longerons. Les boîtes à huile des essieux couplés et toutes les têtes de bielles sont à rattrapage de jeu. Les quatre crosses des pistons sont guidées par des glissières simples.

Le mécanisme de distribution Walschaerts est commandé par un unique changement de marche à vis. La disposition adoptée pour les démarrages est la suivante : une faible ouverture du régulateur découvre un orifice, ménagé dans sa table, qui laisse pénétrer de la vapeur vive dans le conduit d'échappement des cylindres H. P. Un petit distributeur, commandé par le tiroir H. P., ferme l'arrivée de cette vapeur lorsque ce tiroir arrive aux extrémités de sa course. Il n'y a pas de clapet d'interception entre les cylindres H. P. et B. P., ni d'échappement direct pour les premiers.

Le bogie est à longerons extérieurs en double T. A ceux-ci est suspendue, par des

bielles inclinées, une traverse danseuse en acier moulé sur laquelle porte, uniquement par un pivot central, l'avant de la machine, en imitation de la disposition américaine.

Le pivot n'est pas placé symétriquement par rapport aux essieux du bogie; afin de faciliter l'inscription de la machine dans les courbes, il est rapproché de l'essieu d'arrière; il peut prendre un déplacement transversal de 50 millimètres. L'abri, en forme de coupe-vent, est éclairé par une lanterne. Notons enfin que les surfaces frottantes sont larges et que la construction, faite par les ateliers de la Société, à Florence, était très soignée.

L'approvisionnement d'eau est contenu dans deux réservoirs cylindriques (1 m. 560 de diamètre intérieur), à fonds sphériques, de 4 m. 060 de longueur, montés bout à bout sur un châssis de wagon. Ce châssis, entièrement métallique, à brancards en double T, est sur trois essieux. Les six roues sont freinées par une timonerie Westinghouse. A l'une des extrémités du wagon se trouve une vigie entièrement fermée pour garde-frein. L'eau est amenée des réservoirs à la locomotive par deux conduites distinctes; les raccordements entre le wagon et la machine sont faits par des boyaux en caoutchouc.

Locomotive compound à deux cylindres, 4/4, n° 861, des chemins de fer de l'État prussien (*Direction d'Elberfeld*). — Cette machine, qui porte le numéro de fabrication 1818, a été construite par la *Maschinenbau Actien Gesellschaft Vulcan,* à Bredow, près Stettin, conformément aux plans normaux de l'Administration des chemins de fer de l'État prussien.

La chaudière est du type Crampton, le ciel du foyer est entretoisé par des tirants verticaux au berceau cylindrique de l'enveloppe sans dispositif spécial pour la dilatation de la plaque tubulaire. Les entretoises reliant les plaques latérales ont leurs filets enlevés entre les plaques. Il n'y a pas de cadre de porte. Le foyer est muni d'une voûte et d'un cendrier fermé. La grille est inclinée de 11 degrés et n'a pas de jette-feu. Le régulateur placé dans le dôme est du type à soupape équilibrée; le dôme est muni à sa base d'un séparateur à cloche.

Les longerons intérieurs ont 25 millimètres d'épaisseur, l'entretoisement du châssis est formé par un caisson de cylindres en tôles et cornières placé à l'avant et trois entretoises verticales placées l'une à la hauteur des glissières de piston, l'autre entre les deuxième et troisième paires de roues et la quatrième un peu en avant du foyer. Une tôle horizontale, découpée d'évidements, s'étend de l'avant du caisson de cylindres à la dernière entretoise et est reliée par des cornières aux longerons et aux entretoises verticales. Les évidements des plaques de garde sont renforcés par des glissières de plaque de garde en fer à cheval, en acier moulé d'une seule pièce. Les ressorts de suspension des première et deuxième paires de roues sont conjugués par des balanciers longitudinaux; il en est de même pour les ressorts de la troisième et de la quatrième paire. Pour faciliter le passage en courbe, le deuxième essieu d'avant a, de chaque côté, un jeu de 8 millimètres dans les boîtes; les coussinets des bielles d'accouplement ont le même jeu et les boudins du troisième essieu ont leur épaisseur réduite d'environ 5 millimètres. Les cylindres extérieurs sont légèrement inclinés; les boîtes à vapeur

pénètrent à l'intérieur des longerons; leurs glaces sont verticales. Les tiroirs sont plans et du type à canal; le tiroir à haute pression est équilibré. Les boîtes à vapeur sont munies de soupapes de rentrée d'air pour la marche à régulateur fermé. Les tiroirs sont commandés par un mécanisme de distribution à coulisse droite dans lequel les variations de l'admission sont produites par le relèvement de la coulisse droite et par l'abaissement simultané du coulisseau ou inversement. C'est le seul type de distribution de ce genre qui figurait à l'Exposition. Les distributions des deux cylindres sont solidaires l'une de l'autre et commandées par un appareil de changement de marche à vis à triple filet.

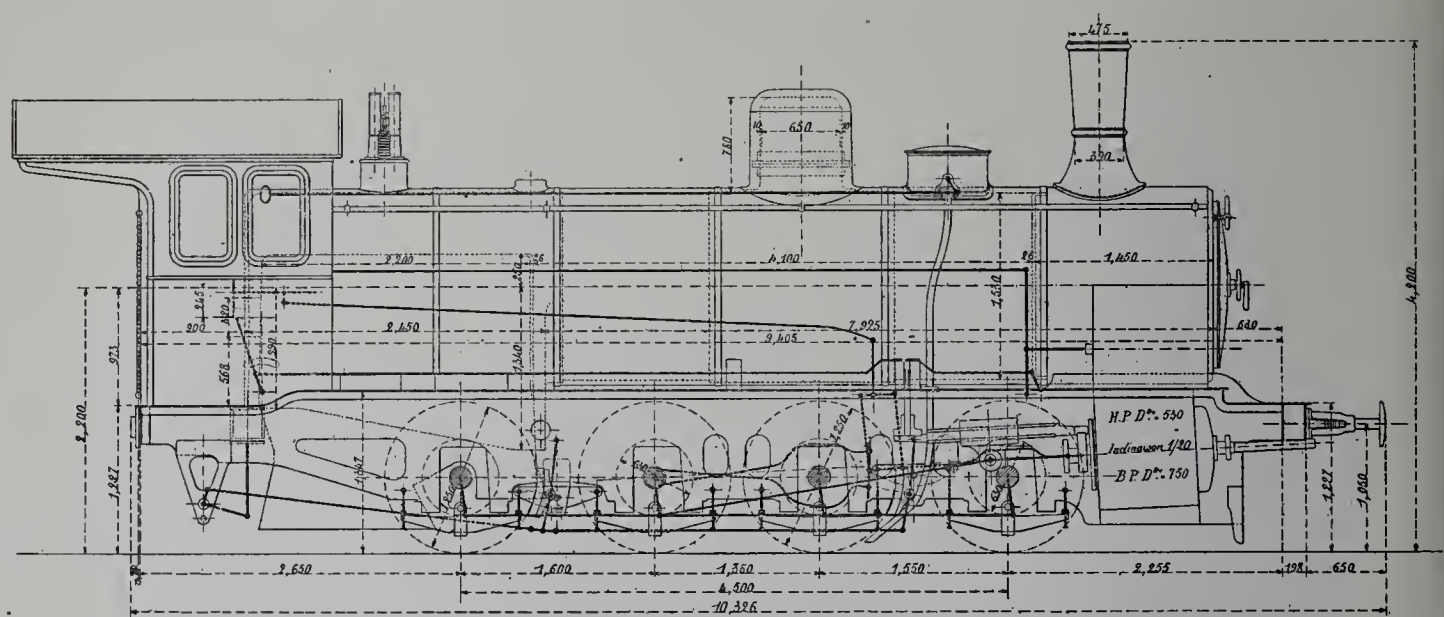


Fig. 50. — Locomotive 4/4, n° 861, de l'État prussien.

L'appareil de démarrage est du type von Borries, permettant d'envoyer de la vapeur vive, à pression réduite, dans le cylindre à basse pression, et de faire échapper directement dans l'atmosphère le cylindre H. P. Les tiges de tiroir n'ont pas de guides rectilignes et les glissières des tiges de piston sont à barres simples.

Le tender à trois essieux est du type normal des chemins de fer de l'État prussien que nous avons précédemment décrit.

Locomotive compound à deux cylindres, 4/4, du chemin de fer de l'État Nicolas. — Cette machine, construite par l'usine Poutiloff, porte le numéro de fabrication 695. Sa chaudière est du type Crampton; le ciel du foyer est entretoisé directement avec le berceau cylindrique par des tirants verticaux dont la première rangée est à dilatation. Le berceau est armaturé par des tirants transversaux. La tôle d'enveloppe et la plaque de foyer sont rivées directement sur tout le pourtour de la porte de forme circulaire. Le foyer profond a une grille horizontale et un cendrier fermé. L'échappement à double tuyère est fixe. Un registre placé sur le côté de la partie supérieure de la boîte à fumée permet d'introduire de l'air frais dans cette boîte, et de réduire ainsi l'énergie du tirage. Le régulateur, à double tiroir vertical, est dans le dôme. Celui-ci est séparé

en deux parties par un diaphragme dont l'ouverture est recouverte par une calotte afin de réduire les entraînements d'eau.

Les longerons intérieurs sont entretoisés par un caisson de cylindres, par les traverses de tête et d'attelage et par trois tôles verticales disposées entre les paires de roues. Tous ces entretoisements sont constitués par des tôles et des cornières. Les huit ressorts de suspension, du type belge, sans courbure initiale, sont tous placés au-dessus des boîtes auxquelles ils transmettent la charge par l'intermédiaire de tiges verticales suivant la disposition autrefois très fréquente. Les suspensions des premier, deuxième et troisième essieux sont conjuguées par des balanciers longitudinaux. Les deux cylindres, extérieurs et légèrement inclinés, sont placés à l'avant en porte à faux; ils actionnent le troisième essieu. Les tiroirs plans et équilibrés sont placés sur les cylindres. La distribution est du type Joy. Le gros tuyau qui relie les cylindres H. P. et B. P. et forme réservoir intermédiaire est logé dans la boîte à fumée. Il n'y a pas d'appareil d'interception entre les cylindres, un robinet spécial permet d'envoyer de la vapeur vive dans le réservoir intermédiaire.

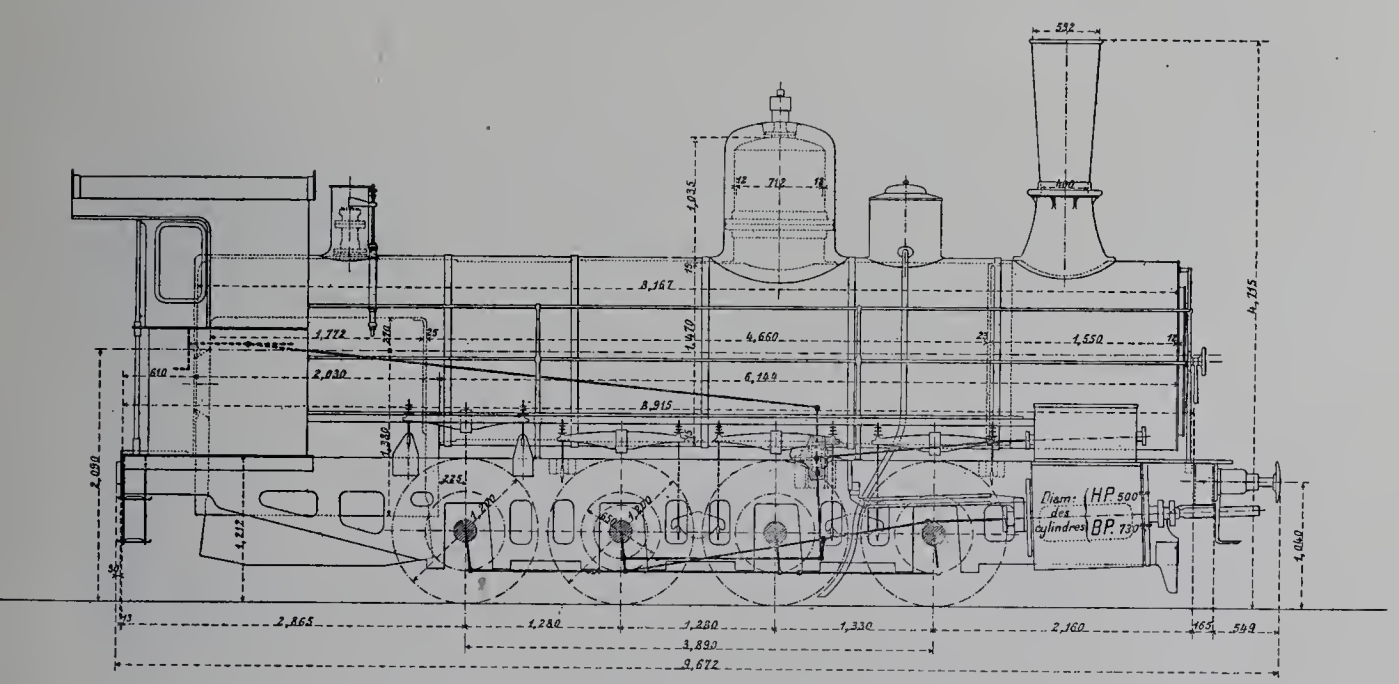


Fig. 51. — Locomotive 4/4 de l'État russe, ligne Nicolas.

L'abri, de grandes dimensions, est muni de deux portes ouvrant directement sur les tabliers qui sont munis de garde-corps. De petits planchers, portés sur ressorts de façon à diminuer les trépidations, sont disposés sur les emplacements ordinairement occupés par les agents, qui ont de plus des sièges à leur disposition.

Malgré le grand empattement (3 m. 89) la vitesse de marche de cette locomotive est limitée par les grandes masses (foyer et cylindres) qui sont en porte à faux.

Le tender est à trois essieux; des balanciers conjuguent les ressorts de suspension des essieux milieu et arrière. La timonerie du frein est à douze sabots. Ce tender porte un réservoir pour résidus de pétrole, d'une contenance d'environ 5 mètres cubes.

Locomotive compound à deux cylindres, 4/5. n° 17009, série 170, des chemins de fer de l'État autrichien. — Cette machine, construite par les ateliers de Wiener-Neustadt, porte le numéro de fabrication 4266.

Les machines de ce type sont employées principalement pour la traction des trains de voyageurs sur les lignes à fortes rampes du Semmering, du Brenner et de l'Arlberg, rampes qui, pour cette dernière ligne, atteignent 32 millimètres par mètre.

Avec des charges de 230 tonnes, ces machines maintiennent des vitesses de 28 à 30 kilomètres à l'heure, sur les rampes de 24 millimètres, et de 25 à 28 kilomètres sur les rampes de 32 millimètres. Pendant les essais, la vitesse de 80 kilomètres a été réalisée. En service, la vitesse ne dépasse pas 60 kilomètres.

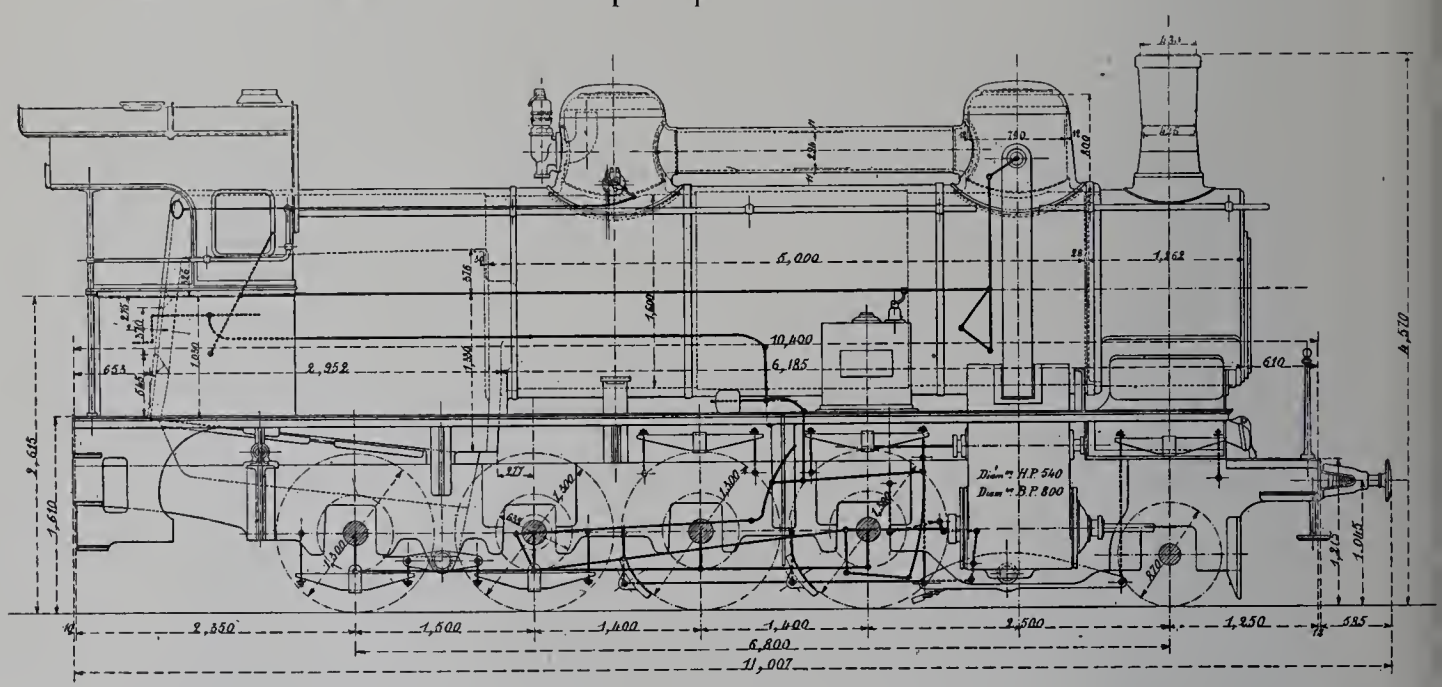


Fig. 52. — Locomotive 4/5, n° 17009, de l'État autrichien.

L'emploi de quatre essieux moteurs précédés d'un essieu radial est très fréquent aux États-Unis où les machines de ce type sont désignées sous le nom de type Consolidation; en Europe, cette disposition a surtout été reproduite pour le service des lignes à fortes rampes des Alpes; la machine des chemins de fer de l'État autrichien était, avec la locomotive de l'Est chinois, les seuls spécimens de ce type figurant à l'Exposition de 1900.

La chaudière est du type Crampton, le ciel du foyer est suspendu par des tirants verticaux au berceau armaturé lui-même par des tirants horizontaux; la tôle de foyer et celle de l'enveloppe sont rivées directement l'une à l'autre, sur tout le pourtour de la porte, celle-ci est munie du dispositif fumivore Marek; la plaque d'arrière de l'enveloppe est inclinée vers l'avant, de façon à diminuer le poids de la chaudière tout en conservant une très grande surface de grille. Celle-ci est inclinée de 7 degrés.

Le foyer est muni d'une longue voûte en briques et d'un cendrier fermé. Il surplombe les longerons comme dans les machines de construction américaine, ce qui a permis de lui donner 1 m. 24 de largeur intérieure, les longerons n'ayant que 1 m. 22 d'écarte-

ment, et d'obtenir une grille de 3 m² 37 de surface avec une longueur de 2 m. 717 seulement. Cette grande surface est nécessitée par la médiocre qualité du charbon consommé. Un appareil Holden permet de chauffer avec des résidus de pétrole pendant la traversée de l'Arlberg. Les longerons portent la boîte à feu par deux courtes bielles. Deux dômes sont réunis par un tuyau de 294 millimètres de diamètre intérieur. Dans le dôme d'avant est logé le régulateur à tiroir vertical et à commande extérieure. Les longerons intérieurs sont en tôle d'acier de 35 millimètres d'épaisseur; ils sont entretoisés par une forte traverse de tête, par un caisson de cylindres et par deux entretoises verticales placées entre le caisson de cylindres et l'avant de la boîte à feu. Tous ces entretoisements sont en tôles et cornières. Les plaques de garde sont d'une seule pièce en acier moulé. L'essieu porteur avant est radial; les surfaces en contact des boîtes et des glissières sont dressées suivant deux surfaces cylindriques à axe vertical de 1 m. 65 de rayon moyen. La suspension des roues porteuses est conjuguée avec la suspension du premier essieu moteur, le rappel à la position médiane est effectué par des ressorts en spirale. Des balanciers conjuguent les ressorts de suspension des troisième et quatrième essieux couplés. Afin de faciliter le passage en courbe, le jeu latéral de l'essieu porteur est de 63 millimètres et le jeu latéral des second et quatrième essieux couplés est de 23 millimètres. Le mouvement de distribution, du type Walschaerts, est commandé par un seul changement de marche à vis; l'appareil de démarrage est du type Gölsdorf. Les tiroirs sont plans. Cette machine est munie du frein à vide Hardy automatique et à action directe; d'une sablière à vapeur Holt-Gresham; d'un indicateur de vitesse Hausshälter; des graisseurs à condensation Nathan; d'accouplements Szasz pour les conduites d'amenée d'eau; de soupapes de sûreté à charge directe, système Gassebner.

Le tender de cette machine n'était pas exposé.

Locomotive compound à deux cylindres, 4/5, n° 128, des chemins de fer de l'Est chinois. — Cette locomotive fait partie d'un groupe de 28 locomotives construites par les ateliers de Fives-Lille, pour les chemins de fer de l'Est chinois (numéro de fabrication 3084). La chaudière est du type Crampton, le ciel du foyer est suspendu au berceau cylindrique par des tirants dont les deux premières rangées sont boulonnées à une ferme transversale suspendue à l'enveloppe: le berceau de l'enveloppe est armaturé par des tirants transversaux. Devant être alimenté avec du bois, son foyer a de grandes dimensions. Sa grille est horizontale et son cendrier fermé. La cheminée est munie d'un déflecteur arrêtant les flammèches et les escarbilles. L'échappement est fixe. Le régulateur, à soupape équilibrée, est placé dans le dôme. Les longerons sont intérieurs et en tôle d'acier de 35 millimètres d'épaisseur; ils sont entretoisés par un caisson en tôles et cornières au droit des cylindres, et par des entretoises verticales qui servent de support à la chaudière et sont réunies entre elles par des tôles horizontales.

L'avant de la machine est supporté par un bissel en tôles et cornières, dont le mode de construction est très particulier : le châssis de ce bissel porte un pivot en fonte qui se termine par une partie sphérique sur laquelle repose une crapaudine également

sphérique. Le châssis de la locomotive est suspendu à cette crapaudine par deux bielles inclinées constituant une suspension pendulaire. C'est, on le voit, l'inverse de la disposition américaine que nous avons décrite à propos de la machine Baldwin, destinée au Great Northern, dans laquelle le pivot est solidaire du bâti de la machine et repose sur

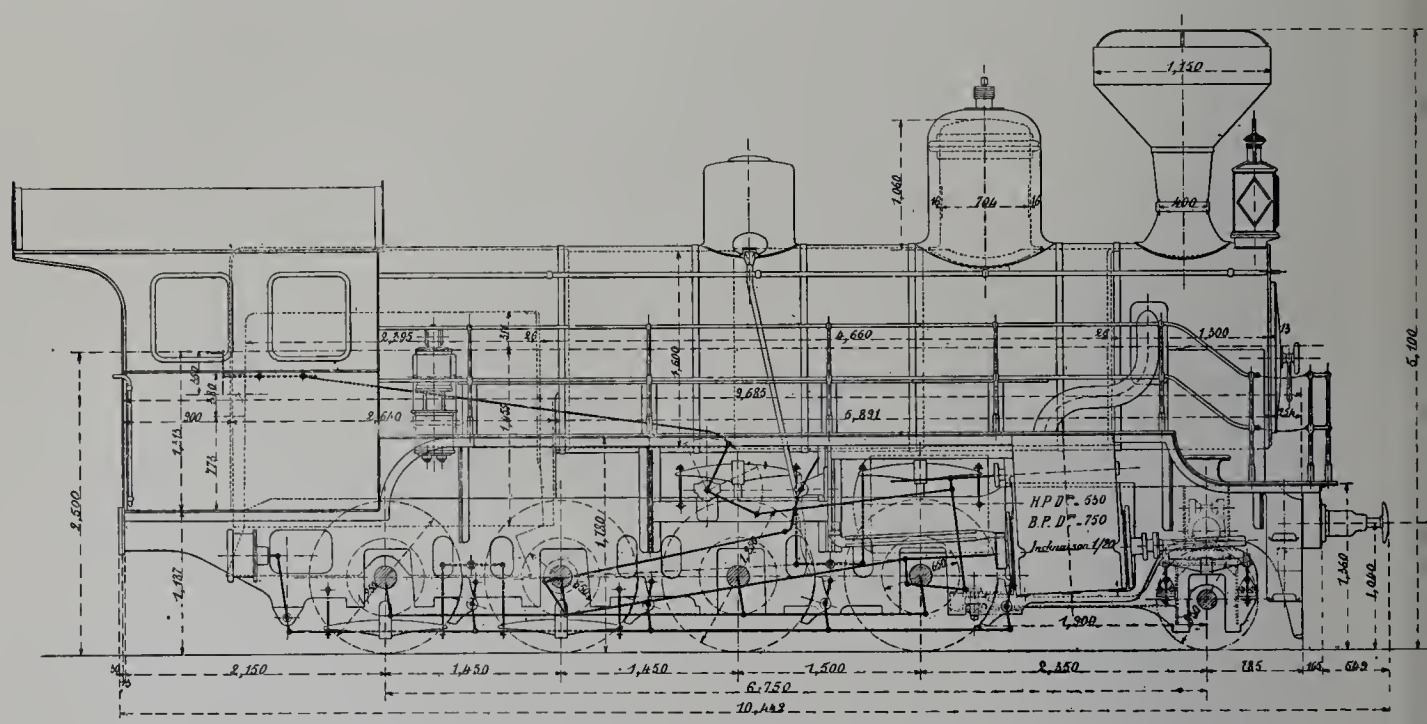


Fig. 53. — Locomotive 4/5, n° 128, des chemins de fer de l'Est chinois.

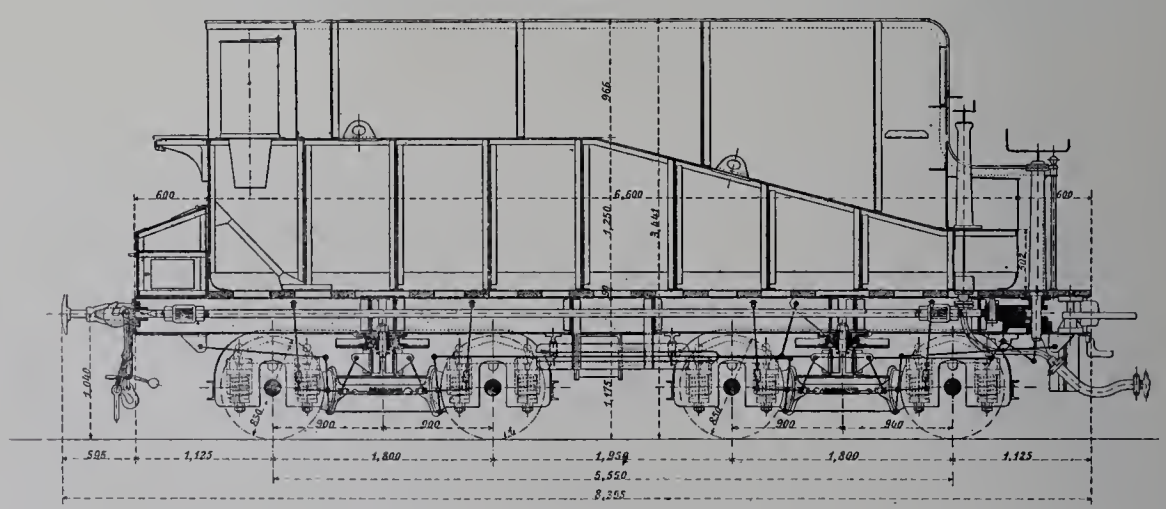


Fig. 54. — Tender de la locomotive n° 128.

une crapaudine suspendue par des bielles au châssis du bissel. Les suspensions des deux premiers essieux moteurs sont conjuguées par un balancier. Les cylindres extérieurs sont en arrière du bissel. La distribution, du type Walschaerts, est commandée par une seule barre de changement de marche; le mode de démarrage est identique à celui de la machine des chemins de fer de l'Adriatique, précédemment décrite. Il comprend une

prise de vapeur spéciale envoyant de la vapeur dans la boîte à vapeur d'un petit tiroir cylindrique placé sur la contre-tige du tiroir à haute pression. Lorsque, la distribution étant à fond de course, le déplacement du tiroir a son maximum d'amplitude, la vapeur est envoyée directement dans la boîte à tiroir du cylindre à basse pression. Il n'y a pas d'appareil d'interception entre les cylindres H. P. et B. P. Une porte, placée dans le panneau d'avant de l'abri, donne accès sur le tablier, dont le pourtour est garni d'un garde-corps. Des sièges sont fixés sur les panneaux de côté de la cabine.

Le tender de cette machine est monté sur deux bogies en tôle d'acier emboutie. La suspension de chaque roue est constituée par deux ressorts à boudin conjugués par un balancier articulé à la partie supérieure de la boîte. Les parois de la caisse s'élèvent à une grande hauteur au-dessus de la caisse à eau, afin de permettre un chargement de 23 mètres cubes de bois.

Locomotive compound articulée Mallet, 4/4, n° 4405 (*série IV^d*), des chemins de fer de l'État hongrois. — Cette machine, qui porte le numéro de fabrication 1494, a été construite par la fabrique de machines des chemins de fer de l'État hongrois, à Budapest.

Ce type de locomotives est destiné à remplacer, pour la traction des trains de marchandises sur la ligne de Fiume-Cameral à Mosavice, des machines à quatre essieux couplés rigides qui éprouvent une résistance notable au passage des courbes. Le programme tracé au constructeur était de remorquer, à la vitesse de 15 kilomètres, des trains de 394 tonnes sur des rampes de 16 millimètres, avec courbes de 275 mètres de rayon, et de pouvoir atteindre aux descentes une vitesse maximum de 40 kilomètres, le combustible employé étant du lignite qui, par kilogramme, vaporise de 5 kilogrammes à 5 kilogr. 5 d'eau. Ce programme a conduit à l'adoption du système compound et à la disposition, due à M. Mallet, d'un truck d'avant moteur, articulé par une charnière au châssis principal de la machine[1].

La chaudière est du type Crampton; le ciel du foyer est armaturé directement à l'enveloppe par des tirants verticaux dont les trois premières rangées permettent la dilatation de la plaque tubulaire. Quatre tirants transversaux s'opposent à la déformation du berceau cylindrique. La tôle de l'enveloppe du foyer et la plaque arrière de la boîte à feu sont rivées directement l'une à l'autre sur tout le pourtour de la porte. La grille, inclinée d'environ 9 degrés, est munie d'un jette-feu placé à l'avant, d'une voûte et d'un cendrier fermé. La vapeur est prise par un régulateur à tiroir plan, contenu dans le dôme; celui-ci se trouve vers le milieu du corps cylindrique. La disposition générale

[1] M. Mallet a publié, dans le numéro de mai 1900 de la *Revue générale des chemins de fer et des tramways*, une note très complète sur les locomotives compound articulées de son système. Nous rappellerons ici que c'est en 1887 que M. Mallet fit construire les premières machines de ce système destinées à une voie Decauville à écartement de rails de 0 m. 600. La traction du chemin de fer Decauville de l'Exposition de 1889 fut faite par huit locomotives de ce type. En raison de sa flexibilité et de sa stabilité, ce système, qui procure la notable économie due au compoundage, a reçu de fort nombreuses applications, et l'on peut estimer à 400 le nombre des locomotives compound articulées à quatre cylindres qui étaient en service dans toutes les parties du monde lorsque s'est ouverte l'Exposition de 1900.

du châssis principal, du truck d'avant et des cylindres est celle adoptée par M. Mallet pour ses locomotives compound articulées; les longerons sont intérieurs; des balanciers longitudinaux conjuguent les ressorts de suspension de chaque groupe d'essieux. Deux

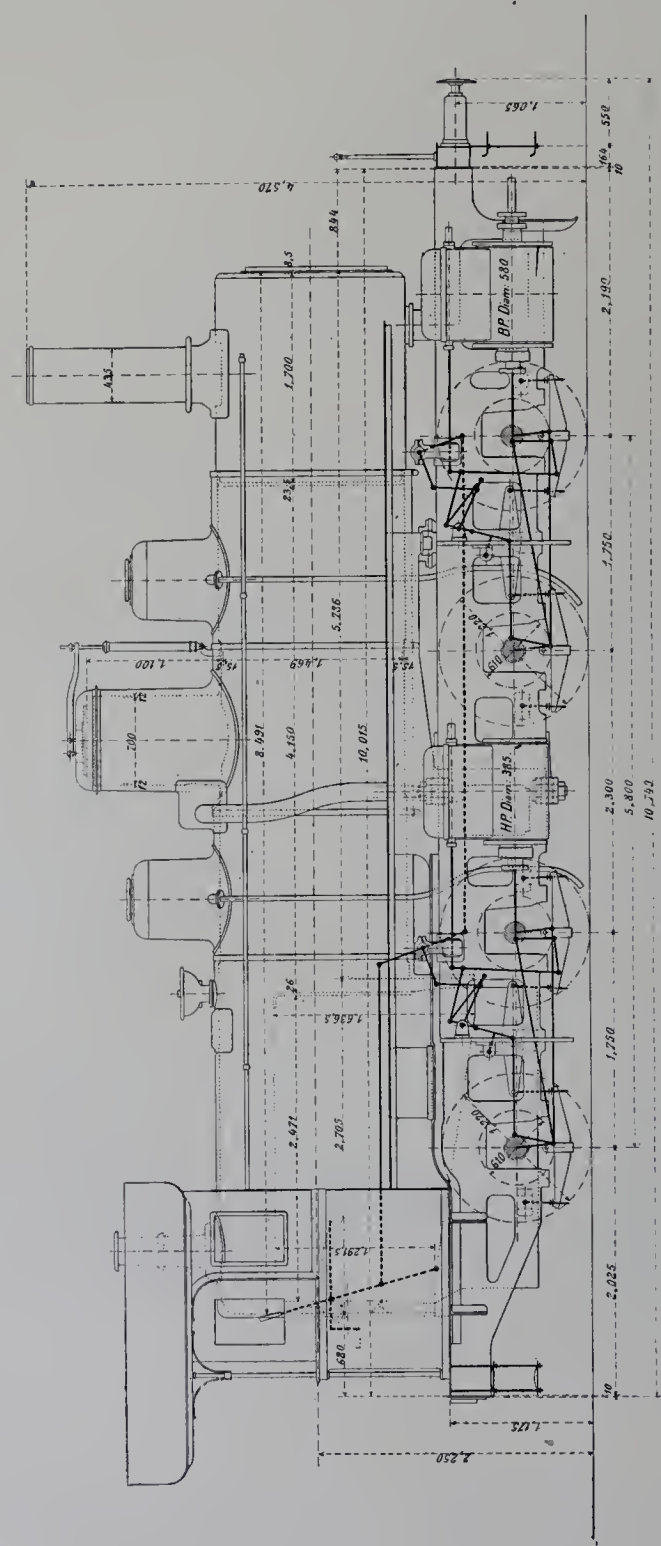


Fig. 55. — Locomotive Mallet 4/4, n° 4405, de l'État hongrois.

longues tiges de suspension, placées à l'extérieur des bâtis, relient chacune un support, fixé à la partie inférieure du longeron du châssis principal, à un support fixé en haut du longeron du truck moteur d'avant, reportant ainsi sur celui-ci une partie du poids

de la chaudière. Le truck reçoit d'ailleurs sa charge principale entre ses deux essieux par l'intermédiaire de traverses à plaques de friction.

La limitation des déplacements relatifs des deux châssis et leur rappel à la position normale sont obtenus par des ressorts à boudin placés horizontalement sous la chaudière en avant des plaques de friction. Le tuyau qui met en communication les deux groupes de cylindres et le tuyau qui joint les cylindres à basse pression à la colonne d'échappement sont articulés, le premier par une rotule et par un joint à presse-étoupe et le second par deux rotules dont l'une lui permet un certain glissement.

Les mécanismes de distribution de la locomotive exposée sont du système Gölsdorf, dérivé de la distribution Walschaerts; la coulisse est remplacée par un jeu de bielles, dispositif qui donne lieu à un grand nombre d'articulations. Le mécanisme de démarrage est du type mi-automatique, désigné par le constructeur sous le nom de soupape à contre-coup et dérivé de l'appareil Mallet. Il comprend un clapet isolant automatiquement les deux groupes de cylindres quand la pression au réservoir intermédiaire est supérieure à celle de l'échappement des petits cylindres qui n'ont pas d'échappement direct. Les mécanismes de distribution sont tous relevés ou abaissés simultanément par un même appareil de changement de marche à vis. Les tiroirs plans sont à canal et équilibrés. Signalons encore : deux sablières cylindriques, placées sur la chaudière l'une en avant, l'autre en arrière du dôme, munies de distributeurs à vis sans fin; deux appareils Lechatelier, un pour chaque groupe de cylindres; un indicateur de vitesse Hausshälter, deux graisseurs Nathan pour les tiroirs et pistons; un siège à ressort et tournant, monté sur la colonne de rampe, pour le mécanicien.

Le tender, monté sur trois essieux, a un frein à main réglé de façon que les sabots exercent toujours des pressions égales sur les six roues. Le fond de la soute à combustible est surélevé; la jonction des conduites d'eau est faite par des rotules métalliques.

Locomotive compound articulée Mallet, 4/5, type BB. III des chemins de fer de l'État bavarois. — Cette machine, exposée par les ateliers Maffei, de Munich, porte le numéro de fabrication 2096. Comme toutes les compound articulées Mallet, elle comprend deux châssis : le principal, auquel sont fixés les deux cylindres H. P., est solidaire de la chaudière, et le châssis de l'avant-train, sur lequel la chaudière ne fait que reposer, qui porte les deux cylindres B. P. et est attelé par une charnière à axe vertical au châssis principal. Les essieux moteurs forment ainsi deux groupes convergents.

A l'encontre des machines articulées Mallet les plus répandues, qui sont généralement du type à adhérence totale, cette machine est munie d'un essieu porteur à l'avant. Cette disposition, qui aura pour avantage soit de moins fatiguer la voie, soit de permettre de marcher à des vitesses plus élevées, est la conséquence des dimensions données à la chaudière qui est beaucoup plus puissante que dans le type précédemment construit pour l'État bavarois et pour le Palatinat, dont un spécimen figurait à l'Exposition de Nuremberg (1896).

La chaudière est du type Crampton; le ciel du foyer est entretoisé avec l'enveloppe

IMPRIMERIE NATIONALE.

de boîte à feu par des tirants verticaux dont les trois premières rangées sont remplacées par de courtes fermes longitudinales. La plaque arrière de la boîte à feu est inclinée; cette disposition que l'on trouve assez fréquemment dans les machines américaines ré-

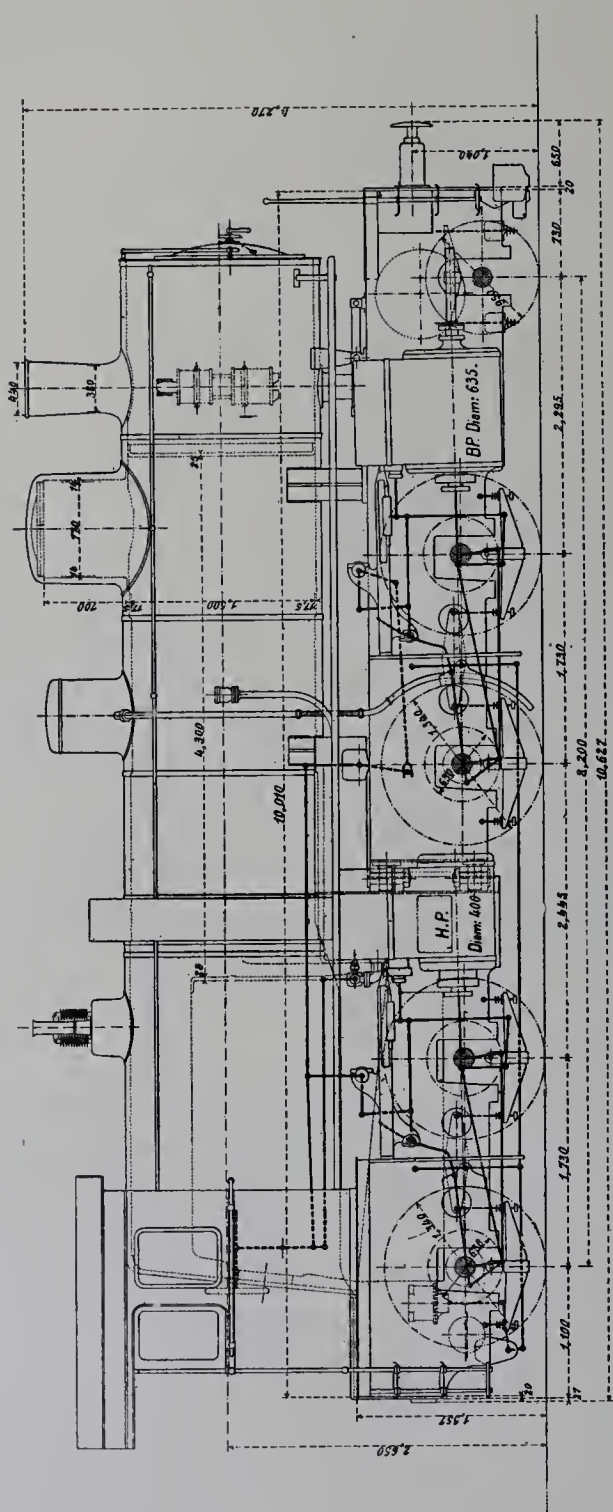


Fig. 56. — Locomotive Mallet 4/5 de l'État bavarois.

centes permet, tout en conservant une grande surface de grille, de dégager la plate-forme et de diminuer la charge de l'essieu d'arrière. La grille est presque horizontale. Le régulateur est à soupape équilibrée. A la base du dôme se trouve un séparateur à cloche.

Les longerons sont intérieurs. Les quatre cylindres sont extérieurs et légèrement inclinés. Les mouvements des deux groupes de cylindres sont interchangeables dans le but de simplifier la construction; la distribution extérieure est du type Walschaerts et les tiroirs à canal des quatre cylindres sont munis de compensateurs; un seul mécanisme de changement de marche commande les deux arbres de relevage, ceux-ci étant reliés entre eux par un arbre intermédiaire et une bielle, placée dans l'axe de la machine, dont l'une des têtes forme joint de Cardan afin de se prêter au pivotement de l'avant-train. Pour le démarrage un robinet permet d'envoyer de la vapeur vive dans le réservoir intermédiaire pourvu d'une soupape limitant la pression.

Les suspensions des roues motrices sont conjuguées entre elles dans chaque groupe moteur. L'essieu porteur, placé en avant des cylindres B. P., n'a qu'un faible jeu par rapport au châssis de l'avant-train. Celui-ci reçoit la charge par l'intermédiaire de la charnière, de deux tiges de suspension placées contre les faces intérieures des longerons et par des traverses à glissoirs qui se trouvent un peu en avant du premier essieu couplé. Des ressorts horizontaux, placés en arrière de l'essieu porteur, ramènent l'avant-train dans sa position normale. Nous signalerons parmi les dispositions de détail le soufflet métallique qui permet la flexion de la conduite reliant les cylindres H. P. aux cylindres B. P., la disposition de la timonerie de frein par laquelle un seul cylindre à air applique les sabots sur les roues du troisième et du cinquième essieu; l'application de l'indicateur de vitesse Hausshälter; les sièges, en forme de selles de bicyclettes, pour le mécanicien et le chauffeur; puis, les portes pleines fermant la plate-forme. Le tender de cette machine est monté sur deux bogies. Ceux-ci sont à longerons extérieurs, avec suspension par ressorts à lames ordinaires. Leur pivot est simplement directeur. La charge est transmise par des glissoirs à rotule qui se trouvent dans le plan des roues.

Locomotive compound articulée, du système Mallet, 6/6, n° 810 (*série H*) du chemin de fer de Moscou-Kazan. — Cette machine, construite dans les ateliers de la Société de Briansk, porte le numéro de fabrication 781. Elle doit répondre à ce programme de remorquer 60 wagons chargés, d'un poids total de 1,140 tonnes, sur une rampe de 8 millimètres. 20 locomotives identiques ont été mises en service en 1899.

Établie conformément aux dispositions générales du système articulé Mallet, cette machine se compose de deux trains, chacun d'eux à trois essieux moteurs. Les longerons sont intérieurs aux roues; les cylindres, extérieurs et légèrement inclinés, sont placés en avant de chaque train, dont le troisième essieu est l'essieu moteur. La chaudière est du type Crampton. Le ciel du foyer est suspendu au berceau cylindrique par des tirants verticaux, dont les deux premières rangées sont à dilatation. La conservation de la forme cylindrique du berceau est assurée par des tirants transversaux. La chaudière étant chauffée au pétrole, la partie inférieure du foyer est garnie de briques réfractaires. Le dôme de vapeur renferme un séparateur à cloche et le régulateur, à soupape équilibrée et à double siège. La flexibilité des tuyaux qui conduisent la vapeur des petits aux grands cylindres, puis de ceux-ci à l'échappement, est obtenue au moyen de boîtes à garnitures métalliques.

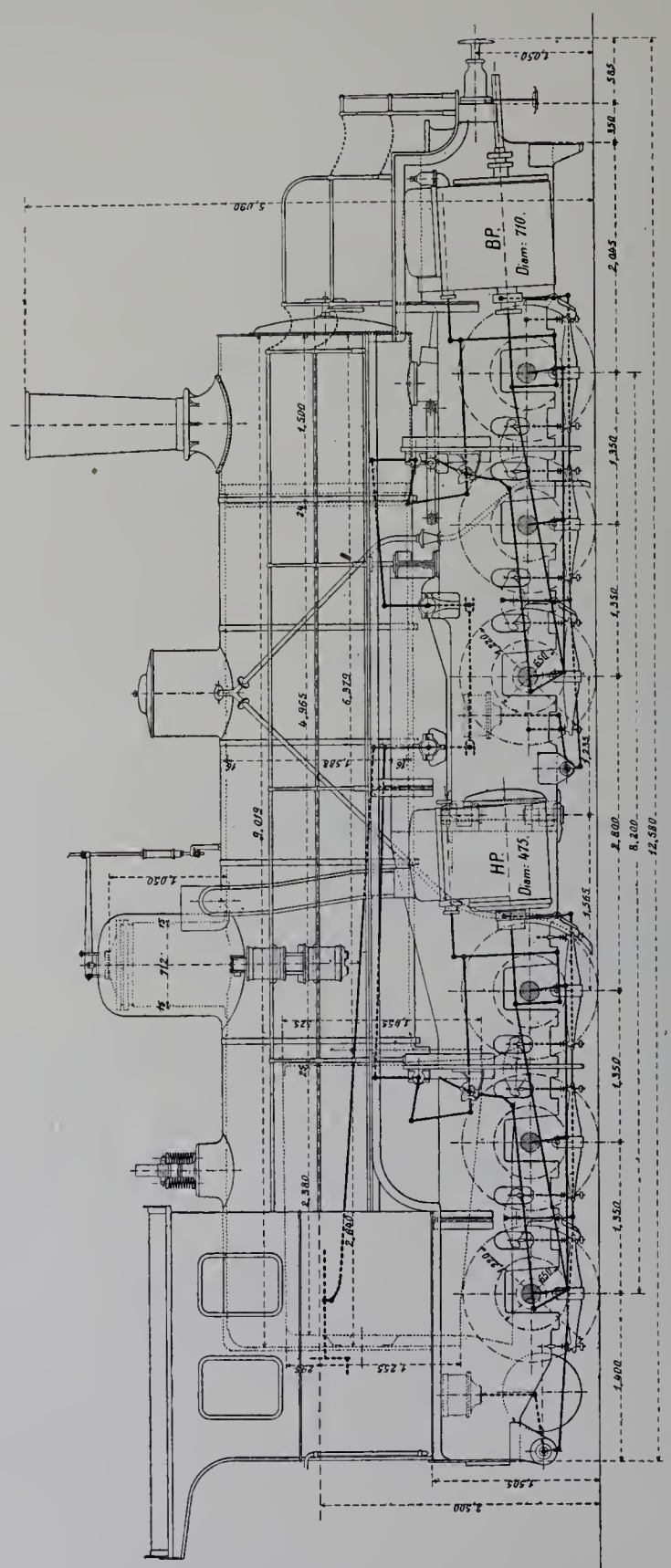
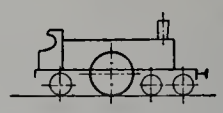


Fig. 57. — Locomotive Mallet 6/6, n° 810, du chemin de fer de Moscou-Kazan.

Les longerons des deux châssis sont fortement entretoisés. L'avant-train est attelé au châssis principal par deux charnières ou articulations à chevilles, dont les axes sont sur la même verticale. Afin de diminuer l'usure de ces chevilles, les deux trucks sont reliés par deux ressorts en spirale ayant une bande initiale égale à environ 85 p. 100 de l'effort de traction de l'avant-train. La partie avant du châssis principal repose par des frottoirs en bronze sur une traverse que porte l'avant-train un peu en arrière de son essieu milieu. Les douze ressorts de suspension, placés en dessous des boîtes des essieux, sont tous reliés par des balanciers longitudinaux. En outre, deux balanciers transversaux conjuguent entre eux les ressorts des essieux avant et arrière de l'avant-train. Cette disposition a pour but de réduire les efforts subis par les charnières lors des déplacements verticaux des essieux de l'avant-train. Deux ressorts à lames horizontaux, placés en avant de la traverse porteuse, ramènent l'avant-train dans sa position normale. Les dispositions ainsi prises permettent à la machine de passer dans des courbes de 160 mètres. Les mécanismes de distribution, du type Walschaerts, sont extérieurs et commandés par une seule vis de changement de marche. Pour les démarrages il n'y a pas d'autre dispositif qu'un robinet permettant d'envoyer de la vapeur de la chaudière dans le réservoir intermédiaire. Cette machine est armée du frein Westinghouse; chacun des deux groupes d'essieux est actionné par un cylindre à frein spécial.

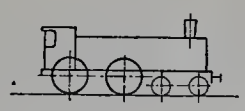
Le tender est monté sur deux bogies à deux essieux. Leurs longerons en tôle emboutie sont extérieurs aux roues. La suspension est assez particulière : les boîtes à huile sont surmontées d'un joug. A celui-ci sont suspendues symétriquement deux tiges de suspension qui portent le châssis du bogie par l'intermédiaire de ressorts en spirale. Mais la disposition toute spéciale que présentait ce tender consiste dans l'application d'un attelage supplémentaire imaginé par M. Noltein, directeur du chemin de fer Moscou-Kazan, et ayant pour but de soulager les attelages ordinaires qui pourraient ne pas convenablement supporter l'effort de traction considérable (13,500 kilogrammes) que peut développer cette machine. A la traverse de tête d'arrière du dixième ou du quinzième wagon on attache, à l'aide de pièces spéciales, les extrémités de deux câbles métalliques (de 13 millimètres de diamètre, pesant 0 kilogr. 69 le mètre), qui longent le train, l'un d'un côté, l'autre de l'autre, suspendus à chaque wagon par des guides amovibles fixés par des vis de pression au bas des montants. Les câbles viennent s'attacher aux tiges de pistons se mouvant dans deux longs cylindres de 210 millimètres de diamètre, placés horizontalement de chaque côté du tender. En envoyant de l'air comprimé, à une pression limitée de 5 kilogr. 500, sur la face arrière des pistons, on donne aux câbles une tension qui peut atteindre 1,500 kilogrammes. Ces cylindres à air constituent des ressorts à longue course. Lorsque les pistons arrivent à fond de course l'échappement de l'air comprimé se produit automatiquement. Si les câbles ne sont pas utilisés, ils sont enroulés sur des treuils montés à l'arrière du tender. Nous n'avons malheureusement pas pu être renseigné sur les résultats obtenus en service par cette disposition, qui mérite d'attirer l'attention parce qu'elle permet de supprimer les machines de renfort par la queue, sans risque de ruptures d'attelages.

VOIES LARGES. — LOCOMOTIVES À

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.	1/4. 	
NUMÉROS D'ORDRE.	1	2
Pays de provenance	GRANDE-BRETAGNE.	GRANDE-BRETAGNE.
Exposant	MIDLAND RY.	NEILSON REID AND C°, à Glasgow.
Constructeur	MIDLAND RY.	NEILSON REID AND C°, à Glasgow.
Réseau auquel la locomotive est affectée	Midland Ry.	Central néerlandais.
Numéro de la locomotive	2601	27
Mode d'utilisation de la vapeur	Simple expansion.	Simple expansion.
Renvoi à la page du rapport	279	280
Grille. Longueur	2^{m} 225	2^{m} 124
Grille. Largeur	1 022	N 1m 025, R 0m 923
Grille. Surface	2^{m2} 276	2^{m2} 136
Boîte à feu. Nature du métal	Cuivre.	Cuivre.
Boîte à feu. Longueur intérieure	2^{m} 225	2^{m} 056
Boîte à feu. Largeur intérieure. en bas	1 022	N 1m 025, R 0m 923
Boîte à feu. Largeur intérieure. en haut	1 064	N 1 105, R 1 003
Boîte à feu. Hauteur du ciel au-dessus de la grille. à l'avant	1 879	1^{m} 549
Boîte à feu. Hauteur du ciel au-dessus de la grille. à l'arrière	1 600	1 016
Boîte à feu. Épaisseur de la plaque tubulaire à l'endroit des tubes	22^{mm}	25^{mm} 4
Corps cylindrique. Longueur (y compris la boîte à fumée)	4^{m} 233	"
Corps cylindrique. Diamètre moyen	1 267	1 318
Corps cylindrique. Épaisseur de la tôle	14^{mm}	14^{mm} 28
Corps cylindrique. Nature du métal	Acier.	Fer.
Corps cylindrique. Épaisseur de la plaque tubulaire de boîte à fumée	19^{mm}	22^{mm} 22
Corps cylindrique. Hauteur de l'axe au-dessus du rail	2^{m} 464	2^{m} 336
Corps cylindrique. Timbre	12^{k} 66	10^{k} 54
Capacité de la chaudière. Volume d'eau avec 0^{m} 10 au-dessus du ciel du foyer	4^{m3} 386	3^{m3} 400
Capacité de la chaudière. Volume de vapeur	1 000	1 500
Tubes. Type	Lisses, cuivre rouge.	A ailettes.
Tubes. Nombre	228	94
Tubes. Longueur entre les plaques tubulaires	3^{m} 317	3^{m} 368
Tubes. Diamètre. extérieur	41^{mm} 3	70^{mm}
Tubes. Diamètre. intérieur	36 5	63^{mm} 5

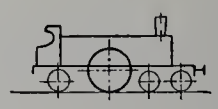
TENDER SÉPARÉ. (Colonnes 1 à 6.)

2/4.



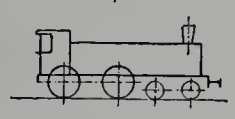
3	4	5	6
GRANDE-BRETAGNE.	FRANCE.	FRANCE.	ALLEMAGNE.
Great Eastern Ry.	Compagnie de l'Ouest.	Chemins de fer de l'État.	A. Borsig, à Berlin.
Great Eastern Ry.	Compagnie de l'Ouest.	Schneider et Cie (le Creusot).	A. Borsig, à Berlin.
Great Eastern Ry.	Chemins de fer de l'Ouest.	État français.	État prussien.
1900	951	2754	74
Simple expansion.	Simple expansion.	Simple expansion.	Simple expansion.
281	283	283	285
1m 904	1m 700	2m 020	2m 250
1 029	1 050	0 990	1 010
1m2 98	1m2 78	2m2 000	2m2 2725
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
1m 927	1m 590	1m 955	2m 200
1 029	1 050	0 990	1 010
1 245	1 000	1 045	1 070
1 368	1 840	1 640	1 375
1 133	1 690	1 440	0 900
25mm 4	28mm	30mm	27mm
4m 445	5m 015	4m 635	5m 303
1 422	1 240	1 380	1 400
12mm 7	15mm	17mm	14mm
Acier doux.	Fer.	Acier.	Fer.
15mm 8	25mm	25mm	26mm
2m 514	2m 200	2m 300	2m 260
12k 65	11k	14k	12k
4m3 019	3m3 600	4m3 040	4m3 350
1 724	1 600	2 140	2 150
Lisses.	A ailettes.	A ailettes.	Lisses.
274	95	111	1 de 267mm et 192 de 46mm
3m 683	4m 180	3m 582	3m 900
44mm 4	70mm	65mm	46mm
39 2	65	60	41

VOIES LARGES. — LOCOMOTIVES À

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.			1/4. 	
NUMÉROS D'ORDRE.			1	2
Surface de chauffe	du foyer		13^{m2} 656	10^{m2} 000
	des tubes à l'intérieur		99 402	123 900
	totale		113 058	133 900
Châssis	Type		Double.	Intérieur.
	Ecartement intérieur des longerons	à l'avant	1^{m} 213	1^{m} 256
		à l'arrière	1 257	1 256
	Longueur totale à l'extrémité des tampons		9 584	9 930
Mouvement et distribution.	Nombre de cylindres		2	2
	Diamètre des cylindres		495^{mm}	457^{mm}
	Course des pistons		660	660
	Volume des espaces morts		8^{l} 27	9^{l}
	Volume du réservoir intermédiaire		—	—
	Entre-axe des cylindres		0^{m} 686	0^{m} 628
	Longueur de la bielle motrice		1 918	1 892
	Système de distribution		Stephenson.	Stephenson.
	Type du tiroir de distribution		Cylindrique.	Plan équilibré.
Roues	Nombre total		8	8
	Nombre de roues accouplées		—	4
	Entre-axe des roues extrêmes		6^{m} 997	6^{m} 845
	De l'axe de la roue d'Æ à l'axe du bogie		6 083	5 892
	Diamètre	au contact des roues porteuses	1^{m} 168, Æ 1^{m} 333	1 086
		au contact des roues motrices	2^{m} 375	2 146
	Disposition spéciale pour le passage en courbe		Bogie.	Bogie.
Poids	de la machine à vide		$47,425^{k}$	$42,824^{k}$
	total de la machine en ordre de marche		50,955	46,329
	adhérent		18,797	28,448
Frein	Type		A vapeur et à vide.	Westinghouse.
	Nombre de roues freinées		2	4
Tender	Poids	de l'eau	$18,174^{k}$	$14,122^{k}$
		du combustible	3,556	5,080
	Nombre de roues		8	6
	Diamètre des roues		1^{m} 067	1^{m} 184
	Entre-axe des roues extrêmes		5 105	4 420
	D'axe en axe des bogies		3 429	—
	Poids	à vide avec agrès	$28,216^{k}$	$17,627^{k}$
		en charge complète	49,900	36,830

TENDER SÉPARÉ. (Colonnes 1 à 6.) [Suite.]

2/4.



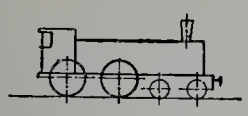
3	4	5	6
10^{m2} 59	10^{m2} 000	11^{m2} 10	9^{m2} 0478
140 83	114 200	147 00	99 4714
151 42	124 200	158 10	108 5192
Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.
1^{m} 257	1^{m} 270	1^{m} 230	1^{m} 240
1 257	1 270	1 230	1 240
//	10 180	10 295	10 181
2	2	2	2
482^{mm}	460^{mm}	440^{mm}	500^{mm}
660	660	650	600
9^{l} 5	5^{l}	8^{l} 40	8^{l} 5
—	—	—	—
0^{m} 660	0^{m} 710	1^{m} 900	2^{m} 040
2 324	2 200	2 200	2 550
Stephenson.	Gooch.	Walschaerts.	Heusinger von Waldegg.
Plan équilibré.	Plan.	Cylindrique Ricour.	Cylindrique.
8	8	8	8
4	4	4	4
7^{m} 163	7^{m} 410	7^{m} 250	7^{m} 400
6 172	6 360	6 250	6 300
1 143	0 960	0 960	1 000
2 133	2 040	2 030	1 980
Bogie.	Bogie.	Bogie.	Bogie.
$46,614^{k}$	$43,400^{k}$	$46,000^{k}$	$49,950^{k}$
50,842	47,700	51,000	56,500
33,573	29,800	30,000	32,400
Westinghouse.	Westinghouse.	Wenger.	Westinghouse.
4	4	4	4
$11,700^{k}$	Tender	$10,000^{k}$	$12,000^{k}$
$3,266^{k}$ liquide, $1,524^{k}$ charbon.	non exposé.	5,000	5,000
6	//	4	6
1^{m} 245	//	1^{m} 230	1^{m} 000
3 657	//	3 100	3 300
—	//	—	—
$17,955^{k}$	//	$13,600^{k}$	16,400
35,554	//	29,600	33,400

VOIES LARGES. — LOCOMOTIVES À

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.			
NUMÉROS D'ORDRE.		7	8
Pays de provenance		ITALIE.	AUTRICHE.
Exposant		Ernesto BRÉDA.	SOCIÉTÉ ANONYME VIENNOISE DE LOCOMOTIVES, à Floridsdorf.
Constructeur		Ernesto BRÉDA.	SOCIÉTÉ ANONYME VIENNOISE DE LOCOMOTIVES, à Floridsdorf.
Réseau auquel la locomotive est affectée		Chemins de fer de l'Adriatique.	État autrichien.
Numéro de la locomotive		1889	Série 106, n° 10652
Mode d'utilisation de la vapeur		Simple expansion.	Compound, 2 cylindres.
Renvoi à la page du rapport		286	288
Grille	Longueur	2^{m} 400	2^{m} 708
	Largeur	0 988	1 111
	Surface	2^{m2} 370	3^{m2} 000
Boîte à feu	Nature du métal	Cuivre.	Cuivre.
	Longueur intérieure	2^{m} 330	2^{m} 708
	Largeur intérieure — en bas	0 988	1^{m} 111
	Largeur intérieure — en haut	1 200	1 058
	Hauteur du ciel au-dessus de la grille — à l'avant	1 520	1 448
	Hauteur du ciel au-dessus de la grille — à l'arrière	1 220	1 019
	Épaisseur de la plaque tubulaire à l'endroit des tubes	25^{mm}	25^{mm}
Corps cylindrique	Longueur (y compris la boîte à fumée)	4^{m} 510	//
	Diamètre moyen	1 357	1 420
	Épaisseur de la tôle	17^{mm}	15^{mm}
	Nature du métal	Acier.	Acier doux.
	Épaisseur de la plaque tubulaire de boîte à fumée	25^{mm}	26^{mm}
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail	2^{m} 450	2^{m} 590
	Timbre	14^{k}	13^{k}
Capacité de la chaudière	Volume d'eau avec 0^{m} 10 au-dessus du ciel du foyer	3^{m3} 720	5^{m3} 000
	Volume de vapeur	2 111	2 600
Tubes	Type	A ailettes.	Lisses.
	Nombre	125	205
	Longueur entre les plaques tubulaires	3^{m} 200	4^{m} 400
	Diamètre — extérieur	65^{mm}	51^{mm}
	Diamètre — intérieur	60	46

TENDER SÉPARÉ. (Colonnes 7 à 12.) [Suite.]

2/4.



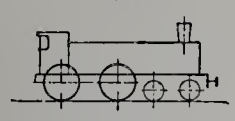
9	10	11	12
SUISSE.	ALLEMAGNE.	RUSSIE.	FRANCE.
Société suisse de construction de machines, à Winterthur.	Société de construction de Berlin (anciennement Schwartzkopff).	Poutiloff, à Saint-Pétersbourg.	Chemins de fer de l'État.
Société suisse de construction de machines, à Winterthur.	Société de construction de Berlin (anciennement Schwartzkopff).	Poutiloff, à Saint-Pétersbourg.	Baldwin and C°, à Philadelphie.
Nord-Est Suisse.	État prussien.	Saint-Pétersbourg-Varsovie.	Chemins de fer de l'État français.
116	390	49	2805
Compound, 2 cylindres.	Compound, 2 cylindres.	Compound, 4 cylindres en tandem.	Compound, 4 cylindres système Vauclain.
290	291	293	294
2m 120	2m 275	2m 422	2m 300
1 040	1 010	1 080	1 035
2m2 20	2m2 30	2m2 6158	2m2 38
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
2m 050	2m 200	2m 336	2m 190
1 040	1 010	1 040	1 035
1 070	1 070	1 136	1 092
1 720	1 375	1 690	1 780
1 160	0 894	1 690	1 480
28mm	27mm	25mm	22mm 22
5m 251	4m 916	//	5m 300
1 417	1 400	1m 390	1 514
17mm	14mm	15mm	17mm 46
Acier doux.	Acier.	//	Acier.
26mm	26mm	22mm	19mm 05
2m 430	2m 145	2m 500	2m 746
13k	12k	13k	15k
4m3 900	4m3 117	4m3 650	3m3 500
1 400	1 828	2 480	2 000
Lisses.	Lisses.	Lisses.	Lisses.
220	217	216	282
3m 800	3m 900	3m 915	3m 634
45mm	46mm	50mm	51mm
41	41	45	44

VOIES LARGES. — LOCOMOTIVES À

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.			
NUMÉROS D'ORDRE.		7	8
Surface de chauffe	du foyer	12$^{m^2}$ 00	11$^{m^2}$ 50
	des tubes à l'intérieur	147 80	130 30
	totale	159 80	141 80
Châssis	Type	Intérieur.	Intérieur.
	Écartement intérieur des longerons à l'avant	1^{m} 204	1^{m} 200
	Écartement intérieur des longerons à l'arrière	1 204	1 200
	Longueur totale à l'extrémité des tampons	9 193	10 067
			HP. / BP.
Mouvement et distribution.	Nombre de cylindres	2	1 / 1
	Diamètre des cylindres	480^{mm}	500^{mm} / 760^{mm}
	Course des pistons	600	680 / 680
	Volume des espaces morts	4^{l}	18^{l} 10 / 34^{l}
	Volume du réservoir intermédiaire	—	315^{l}
	Entre-axe des cylindres	1^{m} 920	1^{m} 920
	Longueur de la bielle motrice	2 150	1^{m} 915
	Système de distribution	Stephenson.	Walschaerts.
	Type du tiroir de distribution	American balance valve.	HP Allan, BP plan ordinaire.
Roues	Nombre total	8	8
	Nombre de roues accouplées	4	4
	Entre-axe des roues extrêmes	6^{m} 700	7^{m} 300
	De l'axe de la roue d'Æ à l'axe du bogie	5 750	5 860
	Diamètre au contact des roues porteuses	0 970	1 035
	Diamètre au contact des roues motrices	1 940	2 140
	Disposition spéciale pour le passage en courbe	Bogie.	Bogie.
Poids	de la machine à vide	44,000^{k}	50,500^{k}
	total de la machine en ordre de marche	48,100	55,700
	adhérent	29,250	28,700
Frein	Type	Westinghouse.	A vide automatique.
	Nombre de roues freinées	4	8
Tender	Poids de l'eau	12,000^{k}	16,500^{k}
	Poids du combustible	6,000	6,000
	Nombre de roues	6	6
	Diamètre des roues	1^{m} 020	1^{m} 035
	Entre-axe des roues extrêmes	4 000	3 200
	D'axe en axe des bogies	—	—
	Poids à vide avec agrès	14,000^{k}	15,500^{k}
	Poids en charge complète	32,000	38,000

TENDER SÉPARÉ. (Colonnes 7 à 12.) [Suite.]

2/4.



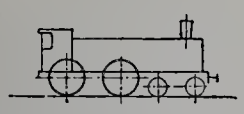
9	10	11	12
10m2 40	9m2 00	12m2 93	12m2 00
118 10	109 00	121 80	146 00
128 50	118 00	134 73	158 00
Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.
1m 400	1m 240	1m 290	1m 0414
1 270	1 240	1 290	1 0414
10 050	10 161	10 294	9 713
HP. / BP.	HP. / BP.	HP. / BP.	HP. / BP.
1 / 1	1 / 1	2 / 2	2 / 2
460mm / 630mm	460mm / 680mm	365mm / 547mm	330mm / 558mm
660 / 660	600 / 600	610 / 610	660mm / 660
11l 2 / 15,8	N 10l; R 9l5 / N 17l5; R 15l7	// / //	7l 40 / 12l
240l	220l	//	29l
0m 620	2m 040	2m 180 / 2m 180	2m 171
2m 200	2m 500	2m 050	2m 273
Walschaerts-Heusinger.	Walschaerts.	Heusinger von Waldegg.	Stephenson.
Plan équilibré.	Trick équilibré.	Cylindrique.	Cylindrique.
8	8	8	8
4	4	4	4
7m 200	7m 400	7m 500	7m 162
6 100	6 300	6 450	6 120
0 930	1 000	1 000	0 914
1 830	1 750	2 000	2 140
Bogie.	Bogie.	Bogie.	Bogie.
44,600k	45,450k	51,500k	50,800k
50,000	50,956	56,500	54,800
30,000	30,080	30,000	32,000
Westinghouse.	Westinghouse.	Westinghouse.	Westinghouse.
4	4	4	4
12,000k	12,000k	14,000k	13,630k
4,000	5,000	5,000	6,914
6	6	6	8
1m 030	1m 000	1m 010	0m 914
3 200	3 300	3 330	4 927
—	—	—	3 251
12,800k	15,780k	16,000k	15,722k
28,800	33,480	35,000	36,262

VOIES LARGES. — LOCOMOTIVES À

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.			
NUMÉROS D'ORDRE.		13	14
Pays de provenance		GRANDE-BRETAGNE.	FRANCE.
Exposant		LONDON AND NORTH WESTERN RY.	CHEMINS DE FER DU MIDI.
Constructeur		LONDON AND NORTH WESTERN RY.	SCHNEIDER ET Cie (LE CREUSOT).
Réseau auquel la locomotive est affectée		London and North Western Ry.	Midi.
Numéro de la locomotive		4000	1765
Mode d'utilisation de la vapeur		Compound, 4 cylindres.	Compound, 4 cylindres.
Renvoi à la page du rapport		297	299
Grille	Longueur	1^m 883	2^m 435
	Largeur	1 015	1 013
	Surface	1^m2 90	2^m2 46
Boîte à feu	Nature du métal	Cuivre.	Cuivre.
	Longueur intérieure	1^m 905	2^m 294
	Largeur intérieure — en bas	1 015	1 013
	Largeur intérieure — en haut	1 015	1 080
	Hauteur du ciel au-dessus de la grille — à l'avant	1 727	1 725
	Hauteur du ciel au-dessus de la grille — à l'arrière	1 676	1 220
	Épaisseur de la plaque tubulaire à l'endroit des tubes	25^mm 4	30^mm
Corps cylindrique	Longueur (y compris la boîte à fumée)	4^m 390	5^m 457
	Diamètre moyen	1 295	1 380
	Épaisseur de la tôle	14^mm 3	16^mm
	Nature du métal	Acier.	Acier.
	Épaisseur de la plaque tubulaire de boîte à fumée	22^mm 22	25^mm
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail	2^mm 400	2^m 450
	Timbre	14^k	14^k
Capacité de la chaudière	Volume d'eau avec 0^m 10 au-dessus du ciel du foyer	3^m3 680	4^m3 280
	Volume de vapeur	0 895	2 240
Tubes	Type	Lisses.	A ailettes.
	Nombre	225	111
	Longueur entre les plaques tubulaires	3^m 428	3^m 900
	Diamètre — extérieur	47^mm	70^mm
	Diamètre — intérieur	41^mm 27	65^mm

TENDER SÉPARÉ. (Colonnes 13 à 18.) [Suite.]

2/4.



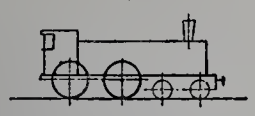
15	16	17	18
FRANCE.	FRANCE.	FRANCE.	FRANCE.
Chemins de fer de Paris-Orléans.	Chemins de fer de l'Est.	Chemins de fer de l'Ouest.	Société de construction des Batignolles.
Société française de constructions mécaniques (anciens établissements Cail).	Chemins de fer de l'Est.	Chemins de fer de l'Ouest.	Société de construction des Batignolles.
Paris-Orléans.	Chemins de fer de l'Est.	Chemins de fer de l'Ouest.	P.-L.-M.
C. 20	2411	533	C. 91
Compound, 4 cylindres.	Compound, 4 cylindres.	Compound, 4 cylindres.	Compound, 4 cylindres.
299	301	302	304
2^{m} 435	2^{m} 510	2^{m} 400	2^{m} 430
1 013	1 006	1^{m} 000	1 022
2^{m2} 46	2^{m2} 52	2^{m2} 40	2^{m2} 48
Acier.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
2^{m} 288	2^{m} 420	2^{m} 295	2^{m} 270
1 013	1 006	1 000	1 022
1 080	1 219	1 070	1 238
1 725	1 745	1 796	1 890
1 220	1 475	1 293	1 188
33^{mm}	27^{mm}	28^{mm}	25^{mm}
5^{m} 445	5^{m} 225	5^{m} 500	4^{m} 878
1 378	1 463	1 364	1 409
17^{mm}	15^{mm} 1/2	16^{mm}	15^{mm} 1/2
Acier.	Acier.	Acier.	Acier.
27^{mm}	20^{mm}	25^{mm}	20^{mm}
2^{m} 450	2^{m} 580	2^{m} 500	2^{m} 470
15^{k}	16^{k}	14^{k}	15^{k}
4^{m3} 300	4^{m3} 612	4^{m3} 300	3^{m3} 640
2 412	2 110	2 700	2 720
A ailettes.	A ailettes.	A ailettes.	A ailettes.
111	140	96	150
3^{m} 900	3^{m} 800	3^{m} 800	3^{m} 400
70^{mm}	70^{mm}	70^{mm}	65^{mm}
65	64^{mm} 4	65	60

Voies larges. — Locomotives à

Série des locomotives.				
Numéros d'ordre.			13	14
Surface de chauffe.	du foyer		14^{m2} 78	12^{m2} 34
	des tubes à l'intérieur		113 38	160 66
	totale		128 16	173 00
Châssis	Type		Intérieur.	Intérieur.
	Écartement intérieur des longerons	à l'avant	1^{m} 117	1^{m} 240
		à l'arrière	1 219	1 240
	Longueur totale à l'extrémité des tampons		9 540	10 335
Mouvement et distribution.			HP. / BP.	HP. / BP.
	Nombre de cylindres		2 / 2	2 / 2
	Diamètre des cylindres		381^{mm} / 520^{mm}	350^{mm} / 550^{mm}
	Course des pistons		610 / 610	640 / 640
	Volume des espaces morts		4^{l} 8 / 7^{l} 64	7^{l} 16 / 9^{l} 88
	Volume du réservoir intermédiaire		65^{l}	245^{l}
	Entre-axe des cylindres		2^{m} 011 / 0^{m} 557	2^{m} 160 / 0^{m} 590
	Longueur de la bielle motrice		1 905 / 1 905	2 950 / 2 400
	Système de distribution		Joy.	Walschaerts.
	Type du tiroir de distribution		Cylindrique. / Plan équilibré.	Plan.
Roues	Nombre total		8	8
	Nombre de roues accouplées		4	4
	Entre-axe des roues extrêmes		7^{m} 061	7^{m} 500
	De l'axe de la roue d'Æ à l'axe du bogie		6 109	6 500
	Diamètre	au contact des roues porteuses	1 143	1 040
		au contact des roues motrices	2 159	2 130
	Disposition spéciale pour le passage en courbe		Truck radial Webb.	Bogie.
Poids	de la machine à vide		50,800^{k}	48,950^{k}
	total de la machine en ordre de marche		55,370	54,000
	adhérent		36,068	32,800
Freins	Type		A vide et à vapeur.	Wenger.
	Nombre de roues freinées		4	4
Tender	Poids	de l'eau	9,086^{k}	15,800^{k}
		du combustible	5,080	4,000
	Nombre de roues		6	6
	Diamètre des roues		0^{m} 963	1^{m} 230
	Entre-axe des roues extrêmes		3 810	3 200
	D'axe en axe des bogies		—	—
	Poids	à vide avec agrès	13,411^{k}	15,800^{k}
		en charge complète	27,025	35,600

TENDER SÉPARÉ. (Colonnes 13 à 18.) [Suite.]

2/4.



15	16	17	18
12m2 34	12m2 60	11m2 10	12m2 53
160 66	194 91	122 60	176 98
173 00	207 51	133 70	189 51
Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.
1m 240	1m 246	1m 240	1m 234
1 240	1 246	1 240	1 234
10 345	9 932	9 964	10 240
HP. / BP.	HP. / BP.	HP. / BP.	HP. / BP.
2 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 2
350mm / 550mm	350mm / 550mm	340mm / 530mm	340mm / 540mm
640 / 640	640 / 660	640 / 640	620 / 620
N 7l8; R 8l3 / N 11l4; R 9l6	11l / 15l68	4l5 / 10l	6l25 / 10l59
269l	300l	130l	270l
2m 160 / 0m 590	2m 167 / 0m 595	2m 130 / 0m 570	2m 140 / 0m 590
2 950 / 2 400	2 900 / 1 980	3 000 / 2 350	2 650 / 1m 990
Walschaerts.	Walschaerts.	Walschaerts.	Walschaerts. / Gooch.
Plan.	Plan.	Plan.	A double admission.
8	8	8	8
4	4	4	4
7m 500	7m 250	7m 400	7m 250
6 500	6 100	6 350	6 250
1 040	1 060	0 960	1 000
2 130	2 050	2 040	2 000
Bogie.	Bogie.	Bogie.	Bogie.
51,200k	52,958k	46,200k	51,510k
55,000	58,000	51,300	55,450
33,500	34,000	32,400	33,460
Wenger.	Westinghouse.	Westinghouse.	Westinghouse Henry.
4	4	4	4
17,000k	19,781k	Tender non exposé.	Tender non exposé.
4,500	6,000		
6	6		
1m 230	1m 240		
3 200	4 000		
—	—		
16,900k	18,545k		
38,400	44,326		

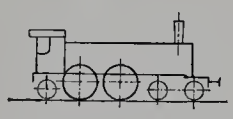
IMPRIMERIE NATIONALE.

VOIES LARGES. — LOCOMOTIVES À

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.	2/4.	
NUMÉROS D'ORDRE.	19	20
Pays de provenance	ALLEMAGNE.	SUISSE.
Exposant	SOCIÉTÉ HANOVRIENNE DE CONSTRUCTION, à Linden.	SOCIÉTÉ SUISSE DE CONSTRUCTION DE MACHINES, à Winterthur.
Constructeur	SOCIÉTÉ HANOVRIENNE DE CONSTRUCTION, à Linden.	SOCIÉTÉ SUISSE DE CONSTRUCTION DE MACHINES, à Winterthur.
Réseau auquel la locomotive est affectée	État prussien.	Central suisse.
Numéro de la locomotive	22	261
Mode d'utilisation de la vapeur	Compound, 4 cylindres.	Compound, 4 cylindres.
Renvoi à la page du rapport	306	308
Grille — Longueur	2^{m} 280	2^{m} 120
Grille — Largeur	1 010	1 040
Grille — Surface	2^{m2} 27	2^{m2} 200
Boîte à feu — Nature du métal	Cuivre.	Cuivre.
Boîte à feu — Longueur intérieure	2^{m} 200	2^{m} 050
Boîte à feu — Largeur intérieure — en bas	1 010	1 040
Boîte à feu — Largeur intérieure — en haut	1 070	1 070
Boîte à feu — Hauteur du ciel au-dessus de la grille — à l'avant	1 670	1 680
Boîte à feu — Hauteur du ciel au-dessus de la grille — à l'arrière	1 220	1 130
Boîte à feu — Épaisseur de la plaque tubulaire à l'endroit des tubes	27^{mm}	28^{mm}
Corps cylindrique — Longueur (y compris la boîte de fumée)	5^{m} 060	5^{m} 200
Corps cylindrique — Diamètre moyen	1 368	1 363
Corps cylindrique — Épaisseur de la tôle	16^{mm}	17^{mm}
Corps cylindrique — Nature du métal	Acier doux.	Acier doux.
Corps cylindrique — Épaisseur de la plaque tubulaire de boîte à fumée	26^{mm}	26^{mm}
Corps cylindrique — Hauteur de l'axe au-dessus du rail	2^{m} 400	2^{m} 300
Corps cylindrique — Timbre	14^{k}	14^{k}
Capacité de la chaudière — Volume d'eau avec 0^{m} 10 au-dessus du ciel du foyer	4^{m3} 800	4^{m3} 500
Capacité de la chaudière — Volume de vapeur	2 200	1 550
Tubes — Type	Lisses.	Lisses.
Tubes — Nombre	217	224
Tubes — Longueur entre les plaques tubulaires	3^{m} 900	3^{m} 800
Tubes — Diamètre — extérieur	46^{mm}	45^{mm}
Tubes — Diamètre — intérieur	41	41

TENDER SÉPARÉ. (Colonnes 19 à 24.) [Suite.]

2/5.



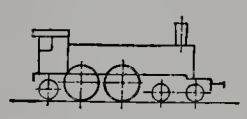
21	22	23	24
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.	AUTRICHE.	HONGRIE.	FRANCE.
BALDWIN AND C°, à Philadelphie.	SOCIÉTÉ ANONYME DE CONSTRUCTION, à Wiener-Neustadt (anciennement Sigl.)	SOCIÉTÉ DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.	CHEMINS DE FER DU NORD.
BALDWIN AND C°, à Philadelphie.	SOCIÉTÉ ANONYME DE CONSTRUCTION, à Wiener-Neustadt (anciennement Sigl).	SOCIÉTÉ DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.	SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES.
État français.	Nord Autrichien.	Société des chemins de fer de l'État.	Nord.
2903	Série IId, n° 252.	701	2642
Simple expansion.	Simple expansion.	Compound, 2 cylindres.	Compound, 4 cylindres.
309	311	312	314
3m 033	2m 609	2m 773	2m 747
1 067	1 110	1 020	0 991
3m2 237	2m2 90	2m2 82	2m2 74
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
3m 048	2m 391	2m 725	2m 720
1 067	1 110	1 020	0 991
1 295	1 158	1 094	1 230
1 632	1 512	1 693 1/2	1 905
1 536	1 164	1 443 1/2	1 455
22mm 2	25mm	26mm	30mm
6m 190	5m 426	6m 237	6m 100
1 549	1 470	1 550	1 456
17mm 1/2	15mm	16mm 1/2	17mm
Acier.	Acier doux.	Acier doux.	Acier.
19mm 05	Cuivre 25mm	26mm	25mm
2m 738	2m 520	2m 700	2m 520
15k	13k	13k	16k
5m3 200	5m3 400	6m3 790	5m3 240
3 000	2 152	2 700	2 690
Lisses.	Lisses.	Lisses.	A ailettes.
246	229	239	126
4m 555	4m 110	4m 500	4m 200
51mm	52mm 7	52mm	70mm
44	47 2	46	65

VOIES LARGES. — LOCOMOTIVES À

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.			2/4.	
NUMÉROS D'ORDRE.			19	20
Surface de chauffe.	du foyer		9^{m2} 60	10^{m2} 40
	des tubes à l'intérieur		109 00	120 10
	totale		118 60	130 50
Châssis	Type		Intérieur.	Intérieur.
	Écartement intérieur des longerons	à l'avant	1^{m} 240	1^{m} 270
		à l'arrière	1 240	1 270
	Longueur totale à l'extrémité des tampons		10 270	9 650
Mouvement et distribution.			HP. / BP.	HP. / BP.
	Nombre de cylindres		2 / 2	2 / 2
	Diamètre des cylindres		330^{mm} / 520^{mm}	330^{mm} / 510^{mm}
	Course des pistons		600 / 600	600 / 600
	Volume des espaces morts		9^{l} / 15^{l}	4^{l} 86 / 8^{l} 89
	Volume du réservoir intermédiaire		275^{l}	232^{l}
	Entre-axe des cylindres		0^{m} 480 / 2^{m} 040	2^{m} 020 / 0^{m} 640
	Longueur de la bielle motrice		2 550 / 2 550	2 600 / 2^{m} 250
	Système de distribution		Walschaerts-Borries.	Walschaerts. / Joy.
	Type du tiroir de distribution		Cylindrique. / Plan équilibré.	Plan équilibré.
Roues	Nombre total		8	8
	Nombre de roues accouplées		4	4
	Entre-axe des roues extrêmes		7^{m} 500	7^{m} 000
	De l'axe de la roue d'Æ à l'axe du bogie		6 400	6 000
	Diamètre	au contact des roues porteuses	1 000	0 850
		au contact des roues motrices	1 980	1 730
	Disposition spéciale pour le passage en courbe		Bogie.	Bogie.
Poids	de la machine à vide		$48,600^{k}$	$44,500^{k}$
	total de la machine en ordre de marche		52,800	49,600
	adhérent		31,400	30,000
Frein	Type		Westinghouse.	Westinghouse.
	Nombre de roues freinées		4	4
Tender	Poids	de l'eau	$12,000^{k}$	$13,000^{k}$
		du combustible	5,000	4,000
	Nombre de roues		6	6
	Diamètre des roues		1^{m} 000	1^{m} 030
	Entre-axe des roues extrêmes		3 300	3 200
	D'axe en axe des bogies		—	—
	Poids	à vide avec agrès	$16,050^{k}$	$13,500^{k}$
		en charge complète	33,050	30,500

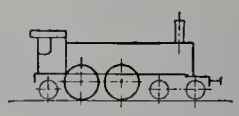
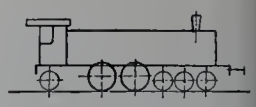
TENDER SÉPARÉ. (Colonnes 19 à 24.) [Suite.]

2/5.

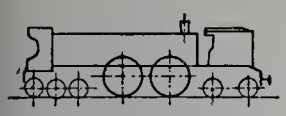
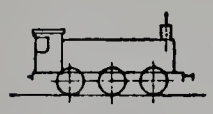
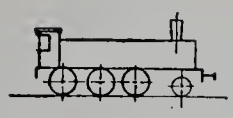


21	22	23	24
16^{m2} 20	12^{m2} 10	13^{m2} 32	15^{m2} 24
181 16	139 60	175 69	193 28
197 36	151 70	189 01	208 52
Intérieur.	Extérieur.	Intérieur.	Intérieur.
1^{m} 0414	1^{m} 590	1^{m} 240	1^{m} 240
1 0414	1 830	1 240	1 240
11 683	10 437	11 609	11 085
		HP. | BP.	HP. | BP.
2	2	1 | 1	2 | 2
438^{mm}	470^{mm}	500^{mm} | 750^{mm}	340^{mm} | 560^{mm}
660	600	680 | 680	640 | 640
6^{l}	//	N 15^{l}, R $13^{l}4$ | N 20^{l}, R $17^{l}7$	8^{l} 12 | 14^{l} 17
—	—	222^{l}	226^{l}
2^{m} 171	2^{m} 450	2^{m} 200	2^{m} 150 | 0 600
3 467	1 980	1^{m} 850 | 1^{m} 850	2 200 | 1 800
Stephenson.	Walschaerts.	Walschaerts.	Walschaerts.
Cylindrique.	Plan.	Trick équilibré.	Plan.
10	10	10	10
4	4	4	4
8^{m} 119	8^{m} 356	8^{m} 665	8^{m} 200
7 077	7 250	7 415	7 300
Bogie 0^{m} 914 | R 1^{m} 368	1 010	1 040	R 1^{m} 420, bogie 0^{m} 900
2^{m} 135	2 000	2 100	2^{m} 040
Bogie.	Bogie.	Bogie.	Bogie.
$57,000^{k}$	$53,500^{k}$	$56,800^{k}$	$57,500^{k}$
63,000	59,500	64,000	63,000
32,000	28,000	31,000	33,000
Westinghouse.	A vide automatique.	Westinghouse.	Westinghouse.
4	4	4	6
$13,630^{k}$	$15,000^{k}$	$17,000^{k}$	$20,000^{k}$
6,914	6,000	8,000	5,000
8	6	6	8
0^{m} 914	1^{m} 010	1^{m} 050	1^{m} 040
4 927	3 200	3 200	5 450
3 251	—	—	3 750
$15,722^{k}$	$16,100^{k}$	$15,960^{k}$	$20,500^{k}$
36,262	37,100	40,960	45,500

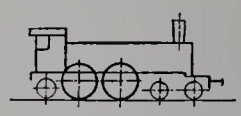
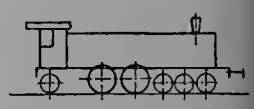
VOIES LARGES. — LOCOMOTIVES À

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.	2/5. 	2/6. 
NUMÉROS D'ORDRE.	25	26
Pays de provenance	ALLEMAGNE.	ALLEMAGNE.
Exposant	SÄCHSISCHE MASCHINENFABRIK, à Chemnitz.	KRAUSS ET Cie, à Munich.
Constructeur	SÄCHSISCHE MASCHINENFABRIK, à Chemnitz.	KRAUSS ET Cie, à Munich.
Réseau auquel la locomotive est affectée	État saxon.	//
Numéro de la locomotive	175	//
Mode d'utilisation de la vapeur	Compound, 4 cylindres.	Compound, 2 cylindres.
Renvoi à la page du rapport	318	321
Grille. Longueur	2^{m} 440	1^{m} 620
Grille. Largeur	0 990	1 800
Grille. Surface	2^{m2} 41	2^{m2} 91
Boîte à feu. Nature du métal	Cuivre.	Cuivre.
Boîte à feu. Longueur intérieure	2^{m} 370	1^{m} 620
Boîte à feu. Largeur intérieure. en bas	0 990	1 800
Boîte à feu. Largeur intérieure. en haut	1 086	1 320
Boîte à feu. Hauteur du ciel au-dessus de la grille. à l'avant	1 715	1 710
Boîte à feu. Hauteur du ciel au-dessus de la grille. à l'arrière	1 715	1 510
Boîte à feu. Épaisseur de la plaque tubulaire à l'endroit des tubes.	30^{mm}	26^{mm}
Corps cylindrique. Longueur (y compris la boîte à fumée)	6^{m} 150	7^{m} 400
Corps cylindrique. Diamètre moyen	1 500	AR 1^{m} 640 AV 1^{m} 460
Corps cylindrique. Épaisseur de la tôle	17^{mm}	19, 17 1/2 et 17^{mm}
Corps cylindrique. Nature du métal	Acier doux.	Acier doux.
Corps cylindrique. Épaisseur de la plaque tubulaire de boîte à fumée	28^{mm}	26^{mm}
Corps cylindrique. Hauteur de l'axe au-dessus du rail	2^{m} 600	2^{m} 640
Corps cylindrique. Timbre	15^{k}	14^{k}
Capacité de la chaudière. Volume d'eau avec 0^{m} 10 au-dessus du ciel du foyer.	6^{m3} 150	5^{m3} 600
Capacité de la chaudière. Volume de vapeur	2 700	2 460
Tubes. Type	Lisses en fer.	Lisses.
Tubes. Nombre	228	238
Tubes. Longueur entre les plaques tubulaires	4^{m} 700	5^{m} 100
Tubes. Diamètre. extérieur	50^{mm}	52^{mm}
Tubes. Diamètre. intérieur	45	47

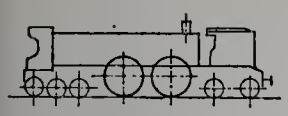
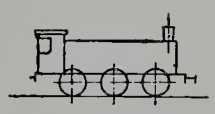
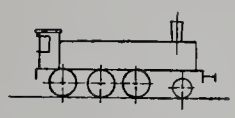
TENDER SEPARÉ. (Colonnes 25 à 30). [Suite.]

2/7.	3/3.		3/4.
			
27	28	29	30
FRANCE.	BELGIQUE.	BELGIQUE.	ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.
SCHNEIDER ET Cie (LE CREUSOT).	SOCIÉTÉ ANONYME DES USINES ET FONDERIES DE HAINE-SAINT-PIERRE.	SOCIÉTÉ ANONYME DES USINES DE SAINT-LÉONARD.	BALDWIN AND C°, à Philadelphie.
SCHNEIDER ET Cie (LE CREUSOT).	SOCIÉTÉ ANONYME DES USINES ET FONDERIES DE HAINE-SAINT-PIERRE.	SOCIÉTÉ ANONYME DES USINES DE SAINT-LÉONARD.	BALDWIN AND C°, à Philadelphie.
//	État belge.	État belge.	Great Northern anglais.
//	2513	2514	1200
Simple expansion.	Simple expansion.	Simple expansion.	Simple expansion.
323	326	326	327
2^m 570	2^m 450	2^m 450	//
1 820	1 030	1 030	//
4^m2 68	2^m2 520	2^m2 520	1^m2 55
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
2^m 400	2^m 400	2^m 400	//
1 820	1 030	1 030	//
1 400	1 070	1 070	//
2 060	1 590	1 590	//
1 415	1 250	1 250	//
26^mm	27^mm	27^mm	19^mm
6^m 120	4^m 150	4^m 150	//
Haut, 1^m 370. Bas, 1^m 234.	1 372	1 372	1^m 391
14^mm	14^mm	14^mm	15^mm 8
Acier.	Acier doux.	Acier doux.	Acier
20^mm	22^mm 22	22^mm 22	19^mm
2^m 600	2^m 380	2^m 380	//
15^k	11^k	11^k	12^k 817
7^m3 350	3^m3 700	3^m3 700	//
2 700	1 950	1 950	//
A ailettes.	Lisses.	Lisses.	Lisses.
183	228	228	254
4^m 350	3^m 270	3^m 270	3^m 308
70^mm	45^mm	45^mm	44^mm 5
65	40	40	//

VOIES LARGES. — LOCOMOTIVES À

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.		2/5.		2/6.		
						
NUMÉROS D'ORDRE.		25		26		
Surface de chauffe.	du foyer	13m2 50		11m2 81		
	des tubes à l'intérieur	151 50		179 17		
	totale	165 00		190 98		
Châssis	Type	Intérieur.		Intérieur.		
	Écartement intérieur des longerons — à l'avant	1m 380		1m 270		
	Écartement intérieur des longerons — à l'arrière	1 230		1 220		
	Longueur totale à l'extrémité des tampons	12 015		11 648		
		HP.	BP.	HP.	BP.	MOTEUR AUXILIAIRE
Mouvement et distribution.	Nombre de cylindres	2	2	1	1	2
	Diamètre des cylindres	350	555	440	650	260
	Course des pistons	660	660	660	660	400
	Volume des espaces morts	5l 85	15l 1	9l 00	13l 78	2l 52
	Volume du réservoir intermédiaire	177l 5		275l		//
	Entre-axe des cylindres	2m 115	0m 610	0m 625		2m 040
	Longueur de la bielle motrice	2 230	2 130	1m 900	1m 900	1 200
	Système de distribution	Walschaerts.	Joy.	Walschaerts.		Joy.
	Type du tiroir de distribution	Plan équilibré.		Plan.		
Roues	Nombre total	10		12		
	Nombre de roues accouplées	4		4		
	Entre-axe des roues extrêmes	9m 150		8m 940		
	De l'axe de la roue d'Æ à l'axe du bogie	8 075		7 750		
	Diamètre — au contact des roues porteuses	1 045		1 000		
	Diamètre — au contact des roues motrices	1 980		1m 870 ; auxiliaire 1m 000		
	Disposition spéciale pour le passage en courbe	Bogie Æ. Essieu radial Æ.		Bogie Æ. Bissel Æ.		
Poids	de la machine à vide	60,300k		62,000k		
	total de la machine en ordre de marche	67,900		68,000		
	adhérent	32,080		28,200 avec l'essieu auxiliaire 41,600k		
Frein	Type	Westinghouse.		Westinghouse.		
	Nombre de roues freinées	8		4		
Tender	Poids — de l'eau	18,000k		Tender non exposé.		
	Poids — du combustible	5,000				
	Nombre de roues	8				
	Diamètre des roues	1m 045				
	Entre-axe des roues extrêmes	4 700				
	D'axe en axe des bogies	3 100				
	Poids — à vide avec agrès	19,920k				
	Poids — en charge complète	42,920				

TENDER SÉPARÉ. (Colonnes 25 à 30.) [Suite].

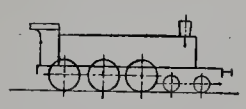
2/7.	3/3.		3/4.
			
27	28	29	30
24^{m2} 50	11^{m2} 42	11^{m2} 42	11^{m2} 16
273 20	93 71	93 71	117 18
297 70	105 13	105 13	128 34
Intérieur et double Æ.	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.
1^m 240 | 2^m 100	1^m 257	1^m 257	//
1 240 | 2 100	1 257	1 257	//
14^m 005	9 210	9 210	//
2	2	2	2
510	457	457	457
700	660	660	609
27^l 2	10^l	10^l	//
//	//	//	//
2^m 080	0^m 730	0^m 730	//
2 100	1 981	1 981	//
Walschaerts.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.
Cylindrique.	Plan.	Plan.	//
14	6	6	8
4	6	6	6
12^m 250	4^m 572	4^m 572	6^m 908
Entre les pivots des bogies 10^m 000	//	//	//
1^m 060	//	//	0^m 838
2 500	1^m 520	1^m 520	1 561
Bogie Æ à 2 essieux. Bogie Æ à 3 essieux.	//	//	Bissel Æ.
$72{,}000^k$	$42{,}500^k$	$42{,}500^k$	//
80,600	46,000	46,000	$45{,}600^k$
32,000	46,000	46,000	38,700
Westinghouse, action rapide.	Westinghouse.	Westinghouse.	//
4	6	6	6
$28{,}000^k$	Tender non exposé.	Tender non exposé.	$15{,}897^k$
7,000			6,350
10			8
1^m 060			0^m 914
7 800			4 368
5 500			//
$23{,}700^k$			//
58,200			$42\ 638^k$

VOIES LARGES. — LOCOMOTIVES À

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.	3/4.	
NUMÉROS D'ORDRE.	31	32
Pays de provenance	FRANCE.	SUISSE.
Exposant	CHEMINS DE FER DU MIDI.	SOCIÉTÉ SUISSE DE CONSTRUCTION DE MACHINES, à Winterthur.
Constructeur	CHEMINS DE FER DU MIDI.	SOCIÉTÉ SUISSE DE CONSTRUCTION DE MACHINES, à Winterthur.
Réseau auquel la locomotive est affectée	Chemins de fer du Midi.	Jura-Simplon.
Numéro de la locomotive	1802	336
Mode d'utilisation de la vapeur	Compound, 2 cylindres.	Compound, 3 cylindres.
Renvoi à la page du rapport	328	330
Grille — Longueur	2^{m} 200	2^{m} 350
Grille — Largeur	0 977	0 974
Grille — Surface	2^{m2} 15	2^{m2} 30
Boîte à feu — Nature du métal	Cuivre.	Cuivre.
Boîte à feu — Longueur intérieure	2^{m} 094	2^{m} 480
Boîte à feu — Largeur intérieure — en bas	0 977	0 974
Boîte à feu — Largeur intérieure — en haut	1 065	1 200
Boîte à feu — Hauteur du ciel au-dessus de la grille — à l'avant	1 660	1 700
Boîte à feu — Hauteur du ciel au-dessus de la grille — à l'arrière	1 250	1 200
Boîte à feu — Epaisseur de la plaque tubulaire à l'endroit des tubes.	30^{mm}	28^{mm}
Corps cylindrique — Longueur (y compris la boîte à fumée)	5^{m} 705	5^{m} 300
Corps cylindrique — Diamètre moyen	1 376	1 433
Corps cylindrique — Épaisseur de la tôle	18^{mm}	17^{mm}
Corps cylindrique — Nature du métal	Acier.	Acier doux.
Corps cylindrique — Épaisseur de la plaque tubulaire de boîte à fumée	25^{mm}	28^{mm}
Corps cylindrique — Hauteur de l'axe au-dessus du rail	2^{m} 350	2^{m} 250
Corps cylindrique — Timbre	15^{k}	14^{k}
Capacité de la chaudière — Volume d'eau avec 0^{m} 10 au-dessus du ciel du foyer.	4^{m3} 385	4^{m3} 800
Capacité de la chaudière — Volume de vapeur	2 255	1 800
Tubes — Type	A ailettes.	Lisses.
Tubes — Nombre	104	238
Tubes — Longueur entre les plaques tubulaires	4^{m} 200	3^{m} 800
Tubes — Diamètre — extérieur	70^{mm}	45^{mm}
Tubes — Diamètre — térieur	65	41

TENDER SÉPARÉ. (Colonnes 31 à 36.) [Suite.]

3/5.



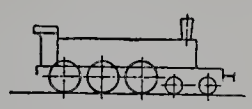
33	34	35	36
GRANDE-BRETAGNE.	ITALIE.	RUSSIE.	AUTRICHE.
North Eastern Ry.	Gio Ansaldo et Compagnie.	Société de l'usine de Kolomna.	Société I. R. des chemins de fer de l'État.
North Eastern Ry.	Gio Ansaldo et Compagnie.	Société de l'usine de Kolomna.	Société I. R. des chemins de fer de l'État.
North Eastern Ry.	Chemins de fer de la Méditerranée.	Sud-Est russe.	Chemins de fer de l'État.
2006	3151	2500	921
Simple expansion.	Compound, 2 cylindres.	Compound, 2 cylindres.	Compound, 2 cylindres.
333	334	336	337
2m 336	2m 750	2m 123	2m 855
0 978	0 950	1m 022	1 086
2m2 13	2m2 600	2m2 15	3m2 10
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
2m 173	2m 700	2m 073	2m 855
0 978	0 950	1 022	1 086
1 080	1 225	1 111	1 168
1 727	//	1 545	1 780
1 423	//	1 345	1 285
26mm	28mm	25mm	26mm
//	//	5m 924	5m 926
1m 447	1m 434	1 440	1 600
15mm	17mm	15mm	17mm
Acier.	Acier.	Fer.	Acier doux.
26mm	25mm	24mm	26mm
2m 490	2m 462	2m 500	2m 600
14k 100	13k	11k ½	14k
6m3 244	//	5m3 610	6m3 200
1 711	//	2 038	3 400
Lisses.	Lisses.	Lisses.	Lisses.
204	214	192	273
4m 677	3m 800	4m 600	4m 400
50.9mm	52mm	51mm	51mm
44	47	46	46

VOIES LARGES. — LOCOMOTIVES À

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.		3/4.	
NUMÉROS D'ORDRE.		31	32
Surface de chauffe	du foyer	12m2 11	12m2 30
	des tubes à l'intérieur	164 13	128 00
	totale	176 24	140 30
Châssis	Type	Intérieur.	Intérieur.
	Écartement intérieur des longerons à l'avant	1m 174	1m 200
	Écartement intérieur des longerons à l'arrière	1 230	1 200
	Longueur totale à l'extrémité des tampons	9 945	10 150
Mouvement et distribution.		HP. / BP.	HP. / BP.
	Nombre de cylindres	1 / 1	1 / 2
	Diamètre des cylindres	450mm / 680mm	500mm / 540mm
	Course des pistons	650 / 650	600 / 600
	Volume des espaces morts	12l 36 / 16l 52	11l 2 / 9l 0
	Volume du réservoir intermédiaire	272l	285l
	Entre-axe des cylindres	2m 106	0 / 2m 060
	Longueur de la bielle motrice	1m 820 / 1m 820	1m 725 / 1m 940
	Système de distribution	Stephenson.	Walschaerts Heusinger.
	Type du tiroir de distribution	Plan. / Trick.	Plan équilibré.
Roues	Nombre total	8	8
	Nombre de roues accouplées	6	6
	Entre-axe des roues extrêmes	6m 600	6m 310
	De l'axe de la roue d'Æ à l'axe du bogie	—	—
	Diamètre au contact des roues porteuses	1m 130	0m 850
	Diamètre au contact des roues motrices	1 610	1 520
	Disposition spéciale pour le passage en courbe	Bissel.	Essieu radial *N*.
Poids	de la machine à vide	48,300k	50,210k
	total de la machine en ordre de marche	53,200	55,710
	adhérent	41,500	44,500
Frein	Type	Westinghouse.	Westinghouse.
	Nombre de roues freinées	6	4
Tender	Poids de l'eau	Tender non exposé.	11,700k
	Poids du combustible		5,000
	Nombre de roues		6
	Diamètre des roues		1m 030
	Entre-axe des roues extrêmes		3 200
	D'axe en axe des bogies		—
	Poids à vide avec agrès		12,300k
	Poids en charge complète		29,000

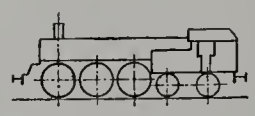
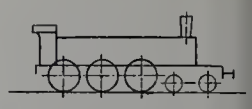
TENDER SÉPARÉ. (Colonnes 31 à 36.) [Suite.]

3/5.

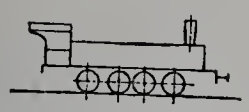
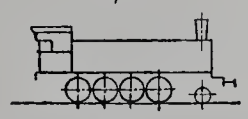


33	34	35	36
12^{m2} 07	10^{m2} 260	10^{m2} 95	15^{m2} 50
152 25	121 00	141 49	192 50
164 32	131 260	152 44	208 00
Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Extérieur et longeron médian partiel.
1^{m} 104	0^{m} 880	1^{m} 260	1^{m} 840
1 219	1 230	1 260	1 800
10 456	10 691	10 436	11 463
	HP. / BP.	HP. / BP.	HP. / BP.
2	1 / 1	1 / 1	1 / 1
508^{mm}	540^{mm} / 800^{mm}	500^{mm} / 730^{mm}	530^{mm} / 810^{mm}
660	680 / 680	650 / 650	720 / 220
9^{l} 8	// / //	15^{l} 23 / 20^{l} 35	13^{l} 5 / 23^{l}
—	//	271^{l}	348^{l}
2^{m} 033	1^{m} 930	2^{m} 180	0^{m} 764
3 201	1^{m} 880 / 1^{m} 880	3^{m} 270 / 3^{m} 270	2^{m} 075 / 2^{m} 075
Stephenson.	Walschaerts.	Heusinger von Waldegg.	Waldegg-Heusinger.
Plan.	Cylindrique. / Trick équilibré.	Plan.	Plan.
10	10	10	10
6	6	6	6
7^{m} 935	8^{m} 315	8^{m} 030	8^{m} 460
6 945	6 995	6 950	7 060
1 099	0 974	1 030	1 034
1 861	1 834	1 830	1 820
Bogie.	Bogie.	Bogie *N*, roue accouplée milieu sans boudin.	Bogie.
58,418^{k}	57,000^{k}	57,800^{k}	63,200^{k}
63,600	//	63,200	69,800
48,564	45,000^{k}	42,900	43,050
Westinghouse et à vide.	Modérable Henry.	Westinghouse.	A vide automatique Hardy.
6	6	6	4
16,800^{k}	13,000^{k}	Tender non exposé.	Tender non exposé.
5,100	3,500		
6	6		
1^{m} 150	1^{m} 210		
3 658	3 100		
—	—		
16,900^{k}	17,000^{k}		
38,800	33,500		

Voies larges. — Locomotives à

Série des locomotives.	3/5. 		3/5. 
Numéros d'ordre.	37	38	39
Pays de provenance	ALLEMAGNE.	FRANCE.	ITALIE.
Exposant	Sächsische Maschinenfabrik, à Chemnitz.	Chemins de fer du Midi.	Chemins de fer de l'Adriatique.
Constructeur	Sächsische Maschinenfabrik, à Chemnitz.	Société alsacienne de constructions mécaniques.	Chemins de fer de l'Adriatique.
Réseau auquel la locomotive est affectée	État norvégien.	Midi.	Chemins de fer de l'Adriatique.
Numéro de la locomotive	138	1301	3701
Mode d'utilisation de la vapeur	Compound, 2 cylindres.	Compound, 4 cylindres.	Compound, 4 cylindres.
Renvoi à la page du rapport	339	341	342
Grille. Longueur	1^{m} 798	2^{m} 435	2^{m} 00
Grille. Largeur	1 048	1 013	1 50
Grille. Surface	1^{m2} 884	2^{m2} 46	3^{m2} 00
Boîte à feu. Nature du métal	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
Boîte à feu. Longueur intérieure	1^{m} 690	2^{m} 294	1^{m} 945
Boîte à feu. Largeur intérieure. en bas	1 028	1 013	1 500
Boîte à feu. Largeur intérieure. en haut	1 112	1 080	1 380
Boîte à feu. Hauteur du ciel au-dessus de la grille à l'avant	1 463	1 715	1 455
Boîte à feu. Hauteur du ciel au-dessus de la grille à l'arrière	1 233	1 230	1 485
Boîte à feu. Épaisseur de la plaque tubulaire à l'endroit des tubes	28^{mm}	30^{mm}	30^{mm}
Corps cylindrique. Longueur (y compris la boîte à fumée)	4^{m} 968	5^{m} 657	//
Corps cylindrique. Diamètre moyen	1 330	1 380	1^{m} 482
Corps cylindrique. Épaisseur de la tôle	15^{mm}	16^{mm}	18 et 17^{mm}
Corps cylindrique. Nature du métal	Acier doux.	Acier.	Acier.
Corps cylindrique. Épaisseur de la plaque tubulaire de boîte à fumée.	25^{mm}	25^{mm}	25^{mm}
Corps cylindrique. Hauteur de l'axe au-dessus du rail	2^{m} 250	2^{m} 420	2^{m} 650
Corps cylindrique. Timbre	13^{k}	14^{k}	15^{k}
Capacité de la chaudière. Volume d'eau avec 0^{m} 10 au-dessus du ciel du foyer.	3^{m3} 800	4^{m3} 350	4^{m3} 400
Capacité de la chaudière. Volume de vapeur	1 700	2 300	2 300
Tubes. Type	Lisses.	A ailettes.	Lisses.
Tubes. Nombre	210	111	273
Tubes. Longueur entre les plaques tubulaires	3^{m} 900	4^{m} 100	4^{m} 000
Tubes. Diamètre extérieur	47^{mm} 5	70^{mm}	50^{mm}
Tubes. Diamètre intérieur	42 3	65	45^{mm}
Surface de chauffe du foyer	8^{m2} 50	12^{m2} 41	11^{m2} 70
Surface de chauffe des tubes à l'intérieur	108 80	169 10	155 00
Surface de chauffe totale	117 30	181 51	166 70

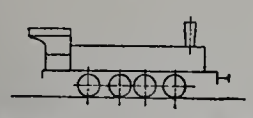
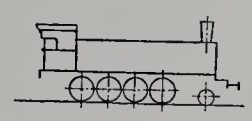
TENDER SÉPARÉ. (Colonnes 37 à 43.) [Suite.]

4/4. 		4/5. 	
40	41	42	43
ALLEMAGNE.	RUSSIE.	AUTRICHE.	FRANCE.
Stettiner Maschinenbau AG «Vulcan».	Poutiloff, à Saint-Pétersbourg.	Société de Wiener-Neustadt (anciennement Sigl).	Compagnie de Fives-Lille.
Stettiner Maschinenbau AG «Vulcan».	Poutiloff, à Saint-Pétersbourg.	Société de Wiener-Neustadt (anciennement Sigl).	Compagnie de Fives-Lille.
État prussien.	État Nicolas.	État autrichien.	Est chinois.
861	H	Série 170-17009	128
Compound, 2 cylindres.	Compound, 2 cylindres.	Compound, 2 cylindres.	Compound, 2 cylindres.
345	346	348	349
2^{m} 290	//	2^{m} 717	2^{m} 432
1 000	//	1 240	1 020
2^{m2} 29	1^{m2} 85	3^{m2} 37	2^{m2} 48
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
2^{m} 200	1^{m} 772	2^{m} 717	2^{m} 395
1 000	1 026	1 240	1 020
1 220	1 112	1 300	1 120
1 460	//	1 585	1 600
1 040	//	1 250	1 600
26^{mm}	25^{mm}	30^{mm}	26^{mm}
5^{m} 473	//	6^{m} 207	5^{m} 878
1 530	1^{m} 445	1 600	1 600
16^{mm}	15^{mm}	17^{mm}	16^{mm}
Acier doux.	Fer.	Acier doux.	Acier doux.
26^{mm}	23^{mm}	28^{mm}	26^{mm}
2^{m} 200	2^{m} 090	2^{m} 615	2^{m} 500
12^{k}	11^{k} 5	13^{k}	12^{k}
5^{m3} 091	//	6^{m3} 800	6^{m3} 955
2 569	//	4 200	3 105
Lisses.	Lisses.	Lisses.	Lisses.
224	190	295	224
4^{m} 100	4^{m} 660	5^{m} 000	4^{m} 660
50^{mm}	51^{mm}	51^{mm}	51^{mm}
45	46	46	46
10^{m2} 51	10^{m2} 70	13^{m2} 80	13^{m2} 88
129 49	141 90	213 00	167 01
140 00	152 60	226 80	180 89

VOIES LARGES. — LOCOMOTIVES À

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.		3/5.		3/5.	
NUMÉROS D'ORDRE.		37	38	39	
Châssis...	Type	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	
	Écartement intérieur des longerons à l'avant	1m 180	1m 240	1m 180	
	Écartement intérieur des longerons à l'arrière	1 270	1 240	1 180	
	Longueur totale à l'extrémité des tampons	9 700	10 535	13 080	
Mouvement et distribution.		HP. / BP.	HP. / BP.	HP. / BP.	
	Nombre de cylindres	1 / 1	2 / 2	2 / 2	
	Diamètre des cylindres	450mm / 670mm	350mm / 550mm	380mm / 570mm	
	Course des pistons	650 / 650	640 / 640	650 / 650	
	Volume des espaces morts	8l 2 / 13l 3	7l 16 / 9l 88	7l 400 / 28l 150	
	Volume du réservoir intermédiaire	237l 6	245l	250l	
	Entre-axe des cylindres	2m 282	2m 160 / 0m 590	Intér. : 0m 580, extér. : 2m 14.	
	Longueur de la bielle motrice	2m 800 / 2m 800	1 900 / 1 800	2m 250 / 2m 250	
	Système de distribution	Walschaerts.	Walschaerts.	Walschaerts.	
	Type du tiroir de distribution	Plan équilibré Borries.	Plan.	Cylindrique.	
Roues....	Nombre total	10	10	10	
	Nombre de roues accouplées	6	6	6	
	Entre-axe des roues extrêmes	6m 880	7m 600	8m 350	
	De l'axe de la roue d'Æ à l'axe du bogie	5 830	6 600	6 900	
	Diamètre au contact des roues porteuses	0 988	0 850	1 115	
	Diamètre au contact des roues motrices	1m 445 1/2	1 750	1 940	
	Disposition spéciale pour le passage en courbe	Bogie.	Bogie.	Bogie.	
Poids....	de la machine à vide	46,800k	52,300k	57,500k	
	total de la machine en ordre de marche	51,120	57,500	66,500	
	adhérent	36,000	41,700	43,500	
Frein....	Type	A vide, Smith-Hardy.	Wenger.	Westinghouse.	
	Nombre de roues freinées	10	6	10	
Tender...	Poids de l'eau	11,000k	9,000k	15,000k	
	Poids du combustible	3,570	3,000	3,500k sur la machine.	
	Nombre de roues	8	4	6	
	Diamètre des roues	0m 988	1m 230	1m 020	
	Entre-axe des roues extrêmes	4 350	2 700	6m 000	
	D'axe en axe des bogies	2 750	—	//	
	Poids à vide avec agrès	14,420k	12,400k	14,000k	
	Poids en charge complète	28,990	24,400	29,000	

TENDER SÉPARÉ. (Colonnes 37 à 43.) [Suite.]

4/4.		4/5.	
			
40	41	42	43
Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.
1m 220 1 220	1m 260 1 260	1m 220 1 220	1m 260 1 260
10 326	9 672	11 007	10 442
HP. 1 530mm 630 16'3, R 15'7 | BP. 1 750mm 630 N 22'1, R 20'9	HP. 1 500mm 650 | BP. 1 730mm 650	HP. 1 540mm 632 14' 47 | BP. 1 800mm 632 25' 42	HP. 1 530mm 650 17' 2 | BP. 1 750mm 650 20' 1
202'	//	381' 24	330'
2m 040	2m 180	2m 120	2m 180
2m 775 | 2m 775 Intérieure Allan.	2m 520 | 2m 520 Joy.	2m 630 | 2m 630 Walschaerts.	2m 830 | 2m 830 Walschaerts.
Plan. 8	Plan équilibré. 8	Plan. 10	Plan équilibré Trick. 10
8	8	8	8
4m 500	3m 890	6m 800	6m 750
—	—	—	—
—	—	0m 870	0m 830
1m 250	1m 200	1 300	1 250
— 46,000k	— //	Essieu radial N. 60,500k	Bissel N. 58,000k
52,700 52,700 // 4 12,000k 6,000 6 1m 000	51,700k 51,700 // // // // 6 //	68,500 57,000 A vide automatique. 4 Tender non exposé.	65,300 54,400 Westinghouse. 8 20,000k 11,500k de bois. 8 0m 850
3 300 — 15,000k 33,000	// // // //		5 550 3 750 18,700k 50,200

IMPRIMERIE NATIONALE.

VOIES LARGES. — LOCOMOTIVES

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.	4/4.	4/5.	6/6.
NUMÉROS D'ORDRE.	44	45	46
Pays de provenance	HONGRIE.	ALLEMAGNE.	RUSSIE.
Exposant	CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.	J. A. MAFFEI, à Munich.	ATELIERS DE BRIANSK.
Constructeur	CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.	J. A. MAFFEI, à Munich.	ATELIERS DE BRIANSK.
Réseau auquel la locomotive est affectée	État hongrois.	État bavarois.	Moscou-Kazan.
Numéro de la locomotive	4405	Type R.	H. 810.
Mode d'utilisation de la vapeur	Compound Mallet.	Compound Mallet.	Compound Mallet.
Renvoi à la page du rapport	351	353	355
Grille. Longueur	2^{m} 530	2^{m} 580	2^{m} 430
Grille. Largeur	1 024	1 026	1 020
Grille. Surface	2^{m2} 60	2^{m2} 65	2^{m2} 48
Boîte à feu. Nature du métal	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
Boîte à feu. Longueur intérieure	2^{m} 471	2^{m} 280	2^{m} 380
Boîte à feu. Largeur intérieure en bas	1 024	1 026	1 020
Boîte à feu. Largeur intérieure en haut	1 090	1 192	1 120
Boîte à feu. Hauteur du ciel au-dessus de la grille à l'avant	1 636 1/2	1 545	1 680
Boîte à feu. Hauteur du ciel au-dessus de la grille à l'arrière	1 291 1/2	1 270	1 450
Boîte à feu. Épaisseur de la plaque tubulaire à l'endroit des tubes	26^{mm}	28^{mm}	27^{mm}
Corps cylindrique. Longueur (y compris la boîte à fumée)	5^{m} 776	5^{m} 772	6^{m} 379
Corps cylindrique. Diamètre moyen	1 500	1 500	1 588
Corps cylindrique. Épaisseur de la tôle	15^{mm} 1/2	17^{mm} 1/2	16^{mm}
Corps cylindrique. Nature du métal	Acier doux.	Acier doux.	Fer doux.
Corps cylindrique. Épaisseur de la plaque tubulaire de boîte à fumée	23^{mm} 1/2	25^{mm}	25^{mm}
Corps cylindrique. Hauteur de l'axe au-dessus du rail	2^{m} 250	2^{m} 650	2^{m} 500
Corps cylindrique. Timbre	13^{k}	15^{k}	12^{k}
Capacité de la chaudière. Volume d'eau avec 0^{m} 10 au-dessus du ciel du foyer	5^{m3} 500	5^{m3} 200	8^{m3} 92
Capacité de la chaudière. Volume de vapeur	2 060	2 330	3 400
Tubes. Type	Lisses.	Lisses.	Lisses.
Tubes. Nombre	228	227	234
Tubes. Longueur entre les plaques tubulaires	4^{m} 150	4^{m} 300	4^{m} 965
Tubes. Diamètre extérieur	52^{mm}	52^{mm}	51^{mm}
Tubes. Diamètre intérieur	46	47^{mm} 1/2	46
Surface de chauffe. du foyer	12^{m2} 30	11^{m2} 90	14^{m2} 00
Surface de chauffe. des tubes à l'intérieur	154 60	145 66	186 90
Surface de chauffe. totale	166 90	157 56	200 90

TENDER SÉPARÉ. (Colonnes 44 à 46.) [Fin.]

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.	4/4.	4/5.	6/6.
NUMÉROS D'ORDRE.	44	45	46
Châssis... Type	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.
Châssis... Écartement intérieur des longerons à l'avant	1m 244	1m 250	1m 260
Châssis... Écartement intérieur des longerons à l'arrière	1 244	1 250	1m 260
Châssis... Longueur totale à l'extrémité des tampons	10 749	10 627	12m 580
Mouvement et distribution. Nombre de cylindres (HP. / BP.)	2 / 2	2 / 2	2 / 2
Mouvement et distribution. Diamètre des cylindres (HP. / BP.)	385mm / 580mm	400mm / 635mm	475mm / 710mm
Mouvement et distribution. Course des pistons (HP. / BP.)	610 / 610	630 / 630	650 / 650
Mouvement et distribution. Volume des espaces morts (HP. / BP.)	N 8'6 R 7'3 / N 14'4 R 12'5	8l / 8l 5	// / //
Mouvement et distribution. Volume du réservoir intermédiaire	293l	110l	//
Mouvement et distribution. Entre-axe des cylindres (HP. / BP.)	2m 070 / 2m 070	2m 050 / 2 050	2m 180 / 2m 180
Mouvement et distribution. Longueur de la bielle motrice (HP. / BP.)	1 700 / 1 710	1 650 / 1 650	2 600 / 2 600
Mouvement et distribution. Système de distribution	Walschaerts sans coulisse.	Walschaerts.	Heusinger von Waldegg.
Mouvement et distribution. Type du tiroir de distribution	Trick.	Plan.	Plan équilibré.
Roues... Nombre total	8	10	12
Roues... Nombre de roues accouplées	8	8	12
Roues... Entre-axe des roues extrêmes	5m 800	8m 200	8m 200
Roues... De l'axe de la roue d'R à l'axe du bogie	—	—	—
Roues... Diamètre au contact des roues porteuses	—	0m 950	—
Roues... Diamètre au contact des roues motrices	1m 220	1m 340	1m 220
Roues... Disposition spéciale pour le passage en courbe	2 trains articulés.	2 trains articulés.	2 trains articulés à 3 essieux.
Poids... de la machine à vide	49,500k	60,640k	75,750k
Poids... total de la machine en ordre de marche	56,000	67,140	81,500
Poids... adhérent	56,000	57,180	81,500
Frein... Type	Appareil système Le Chatelier.	Westinghouse.	Westinghouse.
Frein... Nombre de roues freinées		4	8
Tender... Poids de l'eau	12,500k	18,000k	20,000
Tender... Poids du combustible	8,000	6,000	Naphte = 6m3 000
Tender... Nombre de roues	6	8	8
Tender... Diamètre des roues	1m 036	1m 006	0m 850
Tender... Entre-axe des roues extrêmes	3 160	5 000	5 550
Tender... D'axe en axe des bogies	—	3 250	3 750
Tender... Poids à vide avec agrès	13,700k	20,700k	23,400k
Tender... Poids en charge complète	34,200	44,700	46,300

2° LOCOMOTIVES-TENDER.

Locomotive-tender à simple expansion, 2/3, n° 1218 (*type 5*), pour les chemins de fer de l'État belge. — Cette machine, construite par MM. Zimmermann-Hanrez et Cie, porte le numéro de fabrication 176. Elle est destinée à remorquer des trains légers. Sa chaudière est à foyer Belpaire; la grille, inclinée de 13 degrés, a un cendrier fermé. Le foyer se trouve compris entre les deux essieux couplés. Le châssis est extérieur aux roues et les cylindres sont intérieurs et légèrement inclinés. Un troisième longeron

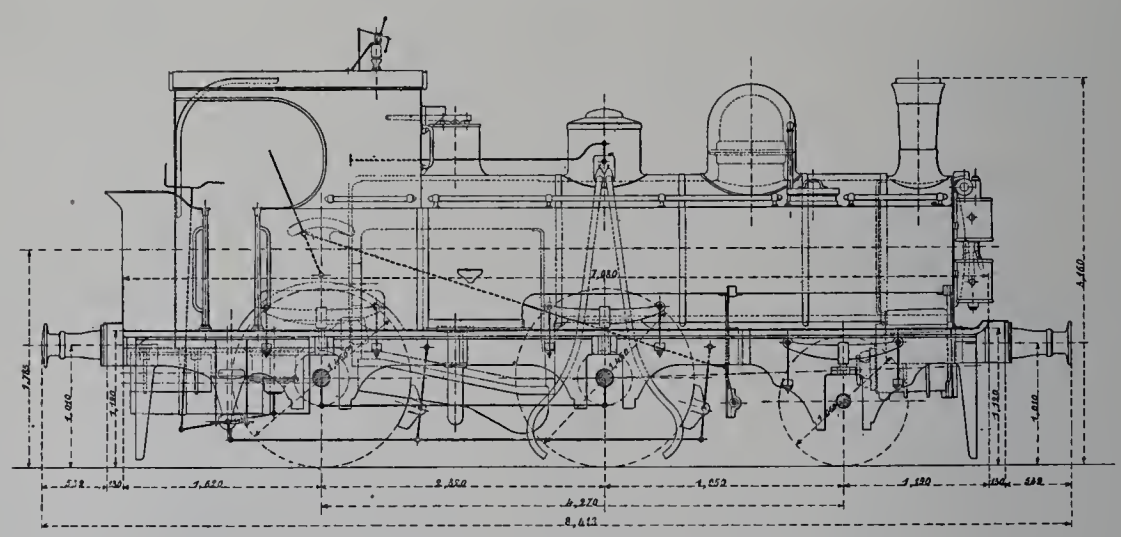


Fig. 58. — Locomotive-tender 2/3, n° 1218, de l'État belge.

placé dans l'axe de la machine constitue un support central pour l'essieu coudé suivant une disposition appliquée depuis longtemps. L'essieu porteur d'avant ne présente pas de disposition particulière. Le mécanisme de distribution est du type Walschaerts; placé à l'intérieur des roues, il actionne des tiroirs plans placés obliquement au-dessus des cylindres, du côté extérieur. Le changement de marche est à levier. Les têtes des bielles d'accouplement sont à bagues. Les soutes à eau sont latérales; elles sont assez surélevées pour rendre facilement accessibles les pièces du mécanisme intérieur. Par ses dispositions d'ensemble et de détail, cette machine-tender rappelle les locomotives anglaises. Il ne nous a pas été dit pour quel motif le timbre est seulement de 8 kilogrammes.

Locomotive-tender à simple expansion, 2/4, n° 2083, des chemins de fer de l'État prussien. — Cette machine, construite par MM. Henschel et fils, à Cassel, porte le numéro de fabrication 5326. Étant destinée à un service de banlieue, elle est disposée de façon à circuler indifféremment en avant ou en arrière; à cet effet, les deux essieux milieu sont moteurs et les deux extrêmes sont porteurs et radiaux.

La chaudière est du type Crampton; le ciel du foyer est relié à l'enveloppe par des tirants verticaux, sans dispositif spécial pour permettre la dilatation de la plaque tubu-

laire, la plaque du foyer et la tôle d'enveloppe sont rivées directement sur tout le pourtour de la porte. Le foyer est profond, à grille horizontale, avec cendrier fermé.

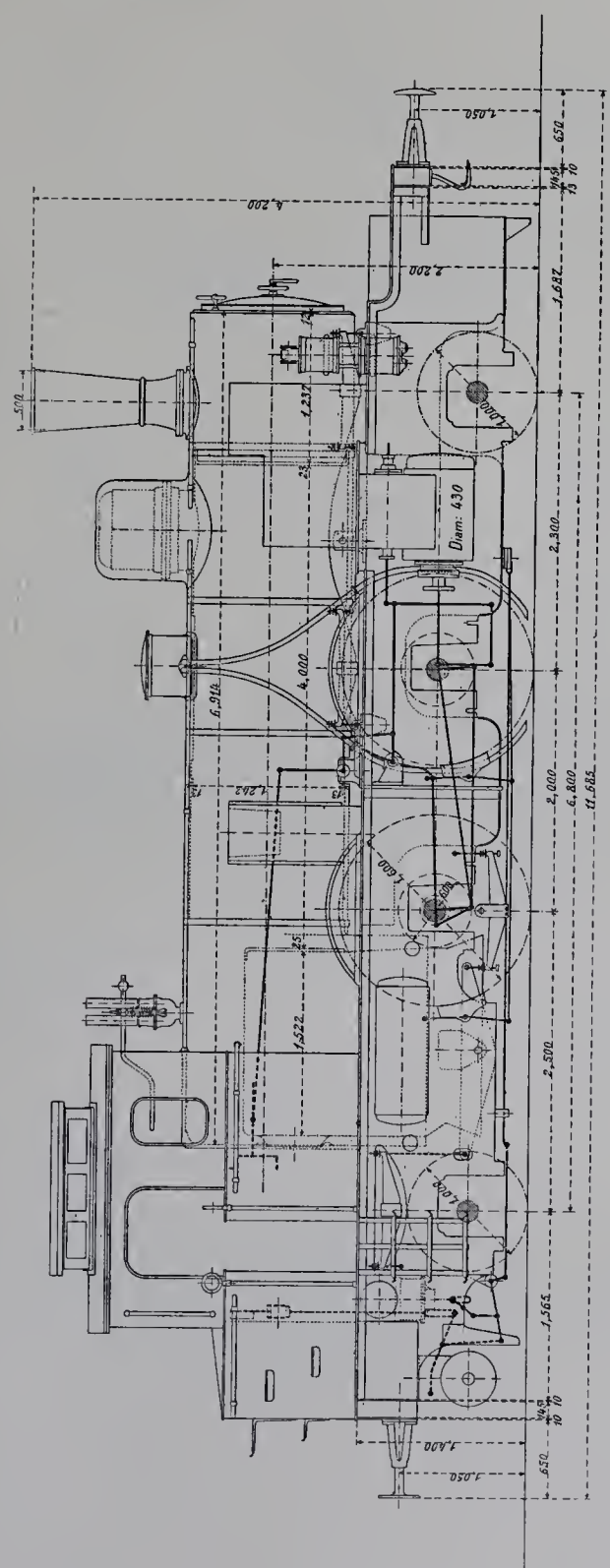


Fig. 59. — Locomotive-tender 2/4, n° 2083, de l'État prussien.

Le régulateur à tiroir plan est dans le dôme. Les longerons, intérieurs, sont en tôle très mince de 12 millimètres d'épaisseur seulement; ils sont renforcés par des doublures autour des plaques de garde et très fortement entretoisés par des tôles verticales et

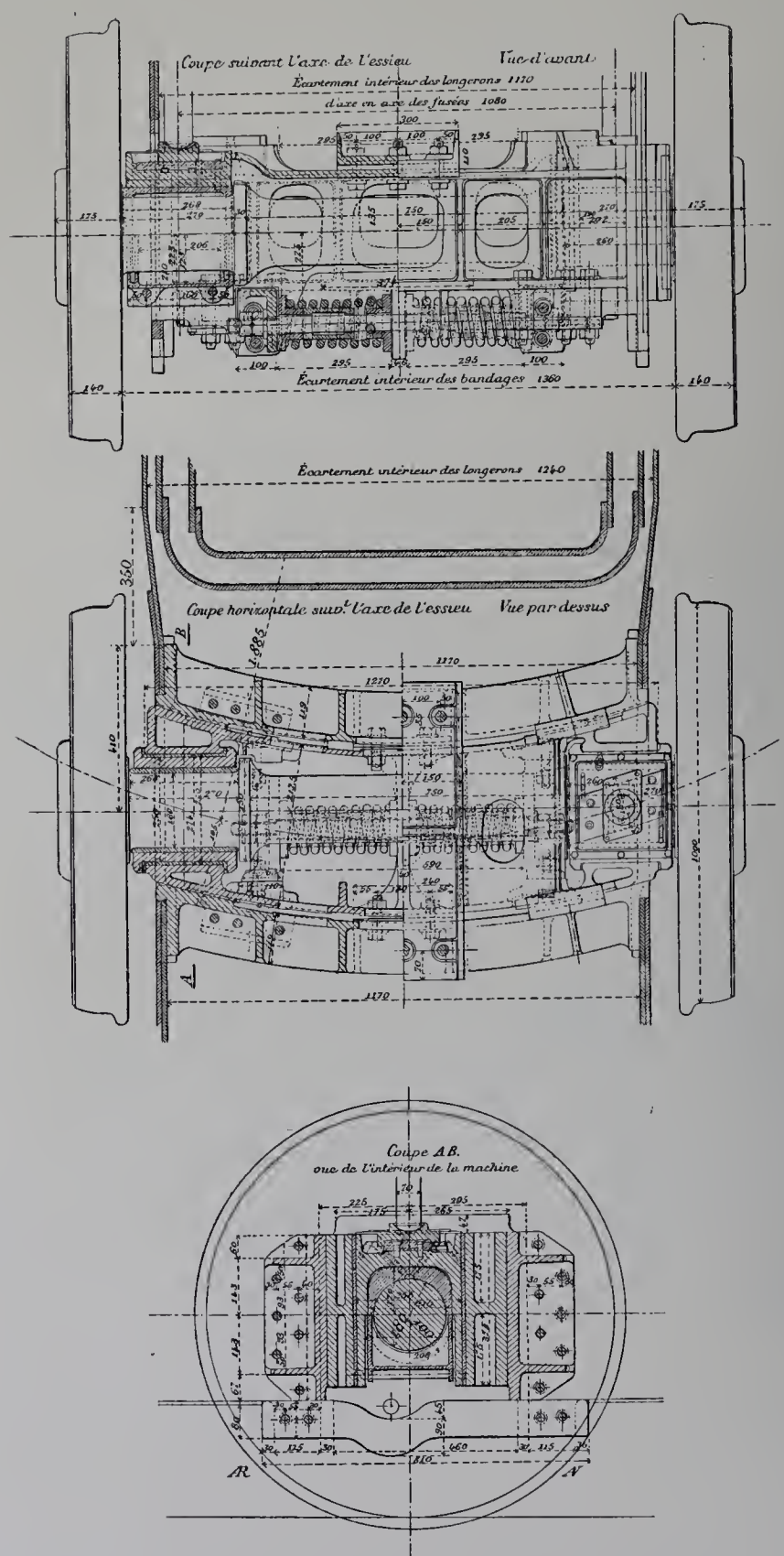


Fig 60. — Dispositif radial des essieux porteurs de la locomotive 2/4, n° 2083.

cornières dont l'ensemble forme une vaste soute à eau de 5,700 litres de capacité qui s'étend sous la chaudière depuis la traverse de tête jusqu'au foyer. La suspension des essieux extrêmes est conjuguée respectivement avec celle de l'essieu moteur le plus voisin par des balanciers longitudinaux. Les essieux extrêmes peuvent prendre dans les courbes un mouvement radial grâce au dispositif suivant : les glissières des boîtes à huile d'un même essieu sont rendues solidaires par une entretoise en acier moulé qui peut se déplacer horizontalement dans une autre glissière également en acier moulé fixée au châssis; cette glissière, comme l'entretoise à laquelle elle sert de guide, a une section circulaire en plan. En d'autres termes, ces deux pièces glissent l'une dans l'autre sur des surfaces cylindriques dont les génératrices sont verticales. Comme les boîtes à huile ont conservé leur forme usuelle et sont guidées dans des glissières dont les faces verticales sont parallèles à l'axe de l'essieu, ces boîtes sont mobiles indépendamment l'une de l'autre dans le sens vertical, tout en étant solidaires dans leur déplacement horizontal. Ce dispositif, qui permet un déplacement latéral de 30 millimètres de chaque côté, évite les coincements qui peuvent se produire avec les boîtes radiales ordinaires du genre Edmond Roy. Il présente donc les mêmes avantages que le bissel et peut être recommandé malgré sa construction assez compliquée.

Locomotive-tender-fourgon à simple expansion, 2/4, n° 247, des chemins de fer de l'État français. — Cette machine a été construite par la Société franco-belge, dans ses ateliers de Raismes, en 1897. Elle porte le numéro de fabrication 1134.

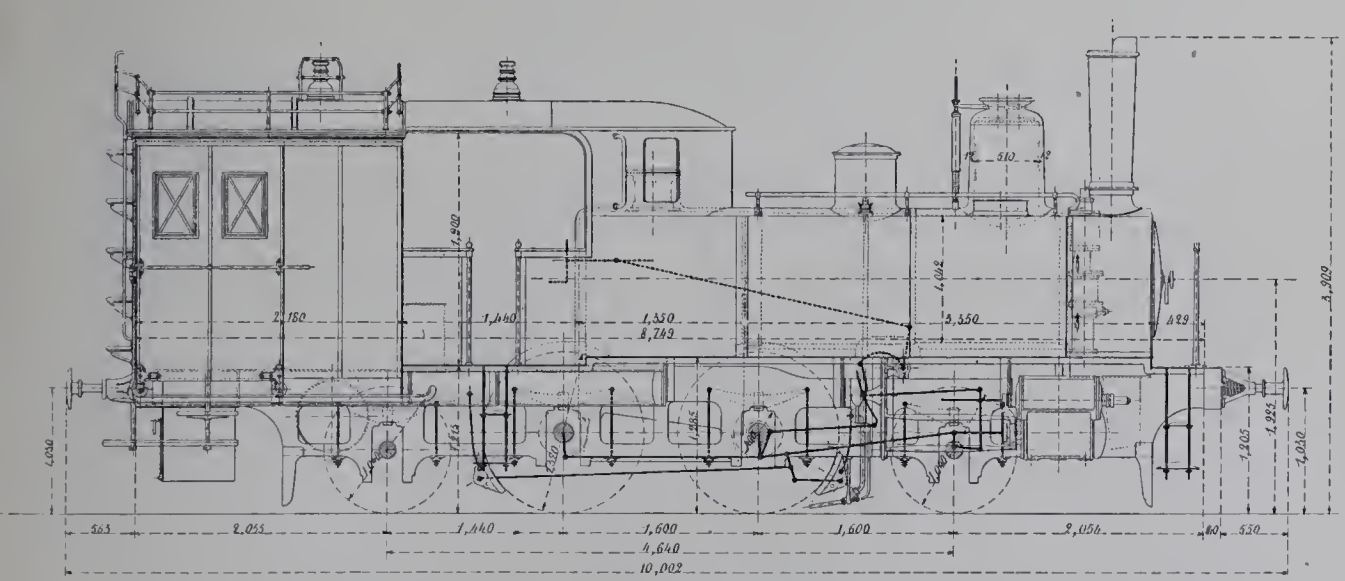


Fig. 61. — Locomotive-tender-fourgon 2/4, n° 247, des chemins de fer de l'État.

Ce type, créé en 1882 par M. l'inspecteur général Ricour, est destiné à remorquer sur les lignes accidentées du réseau de l'État des trains de faible charge à des vitesses moyennes.

Sa particularité essentielle consiste dans l'addition d'une caisse d'une longueur réduite, formant fourgon, montée sur le châssis même de la machine à la suite de la

plate-forme du mécanicien avec laquelle elle communique de plain pied. Cette disposition, qui met le conducteur de tête en relation immédiate avec le mécanicien et avec les organes de manœuvre, permet de réduire à un seul agent le personnel de la machine. (Décision ministérielle du 4 novembre 1889.) La machine est portée sur quatre essieux : deux moteurs au milieu et deux porteurs, l'un à l'avant et l'autre à l'arrière.

La chaudière est du type Crampton; le ciel du foyer est armaturé par des fermes longitudinales. Les longerons sont intérieurs. Les cylindres horizontaux sont extérieurs et placés à l'avant de l'essieu moteur; ils sont entretoisés par un caisson en tôles et cornières. Les tiroirs, cylindriques et du type Ricour, sont commandés par une distribution Walschaerts. L'abri de la machine se termine en coupe-vent.

Sur un profil facile cette machine peut remorquer un train de 70 tonnes, non compris la machine, à la vitesse de 75 kilomètres à l'heure; son grand empattement (4 m. 640) lui permet de conserver une grande douceur d'allure, même à la vitesse de 100 kilomètres, malgré la position des cylindres.

Locomotive-tender à simple expansion, 2/5, n° 2263 (*type DXIII*), des chemins de fer bavarois. — Cette locomotive a été construite et exposée par les ateliers Krauss, de Munich. Elle porte le numéro de fabrication 4401. Destinée au service de banlieue, elle est portée par cinq essieux : un bissel à l'avant, deux essieux moteurs et un bogie à l'arrière.

La convenance d'avoir une large plate-forme et des soutes de grandes dimensions à l'arrière de la locomotive a conduit à faire porter par un bogie cette partie de la machine qui peut ainsi très bien circuler cheminée en arrière.

La chaudière est du type Crampton; le ciel du foyer est relié directement avec l'enveloppe cylindrique de boîte à feu par des tirants verticaux dont les trois premières rangées sont remplacées par de courtes fermes longitudinales. Le foyer est muni d'une voûte et d'un cendrier fermé; la grille est inclinée de 11 degrés. Un régulateur à tiroir plan est contenu dans le dôme. Le châssis est entretoisé par des caissons en tôles et cornières entièrement fermés qui forment des soutes à eau ajoutant leur contenance à celle des soutes placées sur le côté de la chaudière et donnant un volume total de 9 mètres cubes, très grand pour une machine-tender. La caisse à combustible pouvant contenir 2,800 kilogrammes est placée à l'arrière de l'abri. Les longerons sont intérieurs. Les cylindres sont extérieurs. Le mécanisme de distribution, du type Walschaerts, est commandé par un changement de marche à vis; les tiroirs plans sont équilibrés. La construction du bissel diffère de la disposition généralement suivie aux États-Unis par l'emploi d'une rotule et par le fait que la crapaudine du bissel placée au milieu de l'essieu reçoit directement la charge; une douille placée dans l'axe de la cheminée guide verticalement le pivot sur lequel porte une paire de ressorts à lames transversaux, dont les extrémités sont reliées par de longues tiges au châssis de la locomotive. Un balancier horizontal du système Helmholtz relie l'essieu du bissel au premier essieu couplé et imprime à ces essieux des déplacements transversaux inverses. Le bogie arrière est à longerons intérieurs, la charge n'est pas portée par le pivot, mais par deux rotules latérales. Le châssis du bogie

est suspendu à quatre ressorts à lames reposant sur les boîtes. La machine est munie d'un frein agissant sur les roues couplées d'arrière et sur les quatre roues du bogie; il

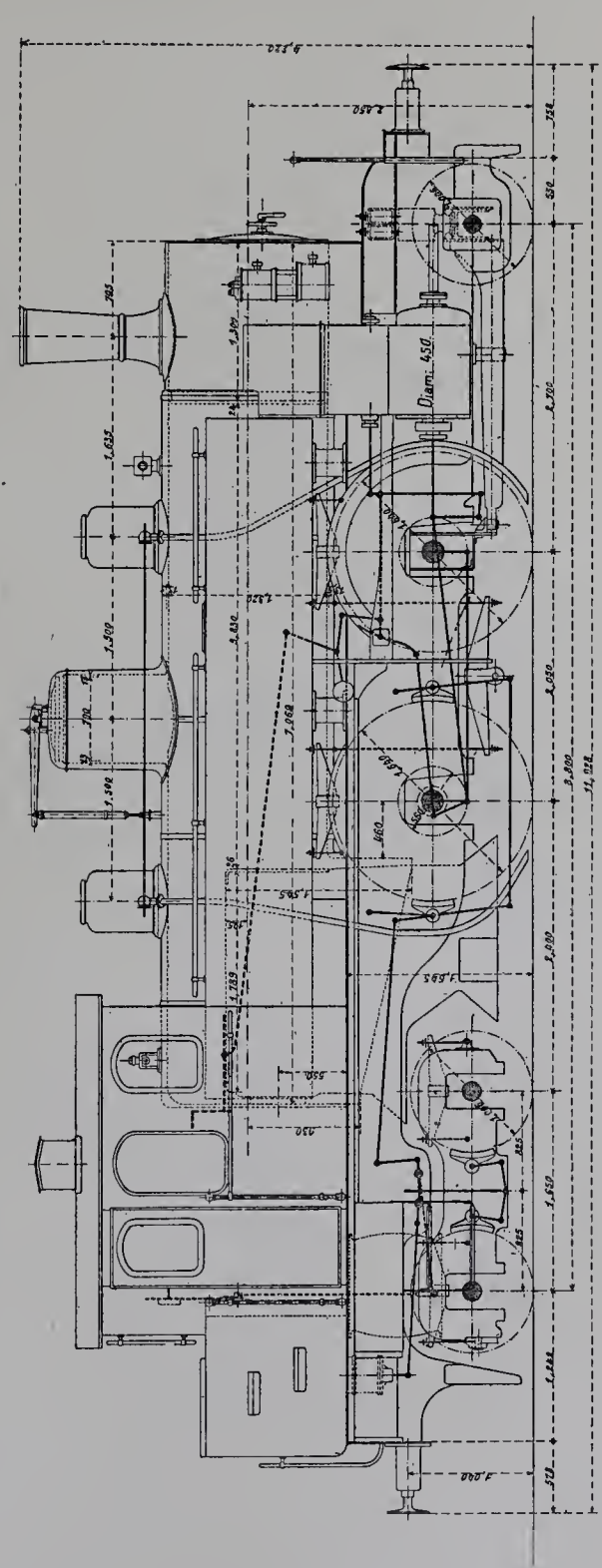


Fig. 62. — Locomotive-tender 2/5, n° 2263, de l'État bavarois.

n'y a qu'un seul cylindre de frein, la timonerie du frein du bogie étant commandée par des leviers de renvoi. La cabine, complètement fermée par des portes avec châssis de glace, est éclairée par une lanterne et contient des sellettes pour les deux agents.

Locomotive-tender à simple expansion, 2/5 (*type 15*), n° 2515, des chemins de fer de l'État belge. — Cette locomotive, construite par les ateliers de la Meuse (numéro de fabri-

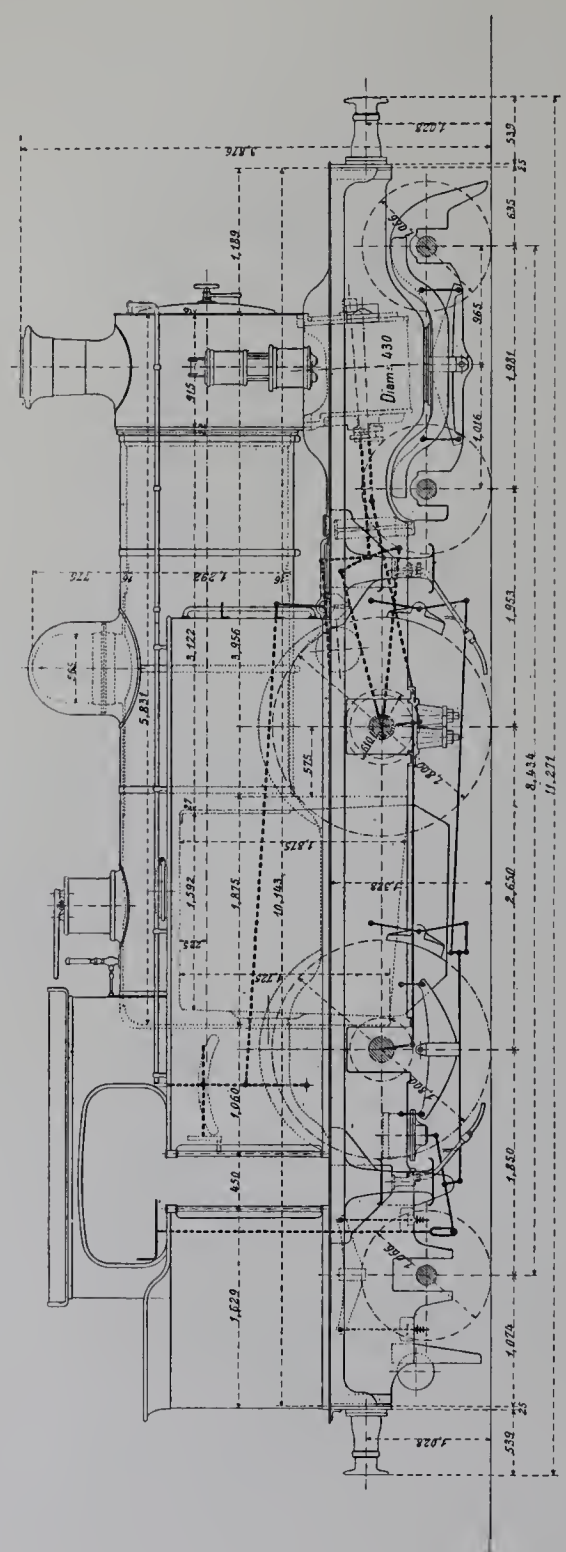


Fig. 63. — Locomotive-tender 2/5, n° 2515, de l'Etat belge.

cation 1539), est destinée à faire le service des trains de voyageurs sur les lignes dont la voie ne permet pas de dépasser la charge de 14 tonnes par essieu couplé. Pour ce service, le remplissage des soutes à eau est limité à 5 mètres cubes. En cas de besoin, cette

machine doit pouvoir assurer le service des express sur les grandes lignes ne présentant que de faibles déclivités. Le poids adhérent de chaque essieu couplé est alors porté à 16 tonnes 1/2 par le remplissage total des soutes à eau. La construction de cette machine la rapproche beaucoup des locomotives anglaises.

La chaudière est du type Crampton; le foyer profond est armaturé par des fermes longitudinales suspendues au ciel de l'enveloppe; la grille, de faible surface (1 m. q. 8), est peu inclinée (6 degrés) et est pourvue d'un cendrier fermé; le régulateur placé dans le dôme est du type à soupape équilibrée. La suspension des deux essieux moteurs est conjuguée. Les longerons intérieurs, en tôle de 25 millimètres, sont infléchis l'un vers l'autre à l'avant; au-dessus du bogie, ils sont entretoisés par le groupe de cylindres intérieurs et par une entretoise en acier moulé qui sert à la fois de support de glissières de piston et de guide des tiges de tiroir. Les cylindres sont légèrement inclinés.

Les tiroirs sont placés verticalement entre les cylindres; ils sont actionnés par un mécanisme de distribution à coulisse Stephenson, commandé soit à la main, soit par un servo-moteur à vapeur; le coulisseau, suivant la pratique générale anglaise, est articulé directement sur la tige de tiroir. Le bogie est du type à longerons intérieurs; son pivot a un déplacement latéral et porte la charge. Le pivot et la traverse du bogie sont en acier moulé. Les ressorts de suspension du bogie sont compris entre deux flasques formant balanciers et portant directement sur les boîtes à huile. L'emploi d'un essieu porteur à l'arrière a permis d'allonger la plate-forme et de disposer des soutes à combustible de grandes dimensions. Les soutes à eau latérales sont placées de telle sorte que leur centre de gravité se trouve au milieu des deux essieux couplés. Cette machine est munie du frein Westinghouse et de la sablière à vapeur. Avec une charge de 160 tonnes (machine non comprise), cette locomotive a franchi la distance de Bruxelles à Baulers, soit 28 kilomètres d'un profil accidenté comportant des rampes de 13 millimètres, en trente-cinq minutes, soit une vitesse de 48 kilomètres à l'heure. Avec une charge de 161 tonnes (machine non comprise) elle a franchi la distance de Bruxelles à Mons à la vitesse moyenne de 60 kilomètres à l'heure; sur une rampe continue de 4 millimètres, la vitesse s'est maintenue à 69 kilomètres.

Locomotive-tender à simple expansion, 3/4, n° 126, construite par la Société franco-belge, pour la Compagnie du Barry Railway. — Cette machine-tender, portant le numéro de fabrication 1276, est établie d'après les dispositions usuelles anglaises.

Sa chaudière est du type Crampton. Le ciel du foyer est armaturé par des fermes longitudinales suspendues au berceau cylindrique de l'enveloppe. Des tirants horizontaux, régnant sur toute la longueur de la chaudière, entretoisent la plaque arrière de la boîte à feu avec la plaque tubulaire. Le foyer est muni d'une voûte en briques et d'un déflecteur. La grille est inclinée de 13 degrés et pourvue d'un cendrier fermé.

La porte du foyer est ronde, mais munie d'un cadre contrairement à la pratique généralement suivie avec cette forme de porte. La plaque tubulaire avant est assemblée avec la première virole par une cornière de forte section. Le dôme, placé au milieu

du corps cylindrique, contient le régulateur du type à soupape équilibrée. Les longerons sont intérieurs; l'essieu porteur est à l'arrière des trois essieux couplés, dont le second est l'essieu moteur. Les cylindres sont intérieurs et légèrement inclinés. La distribution est effectuée par des coulisses droites Allan et les tiroirs sont disposés verticalement.

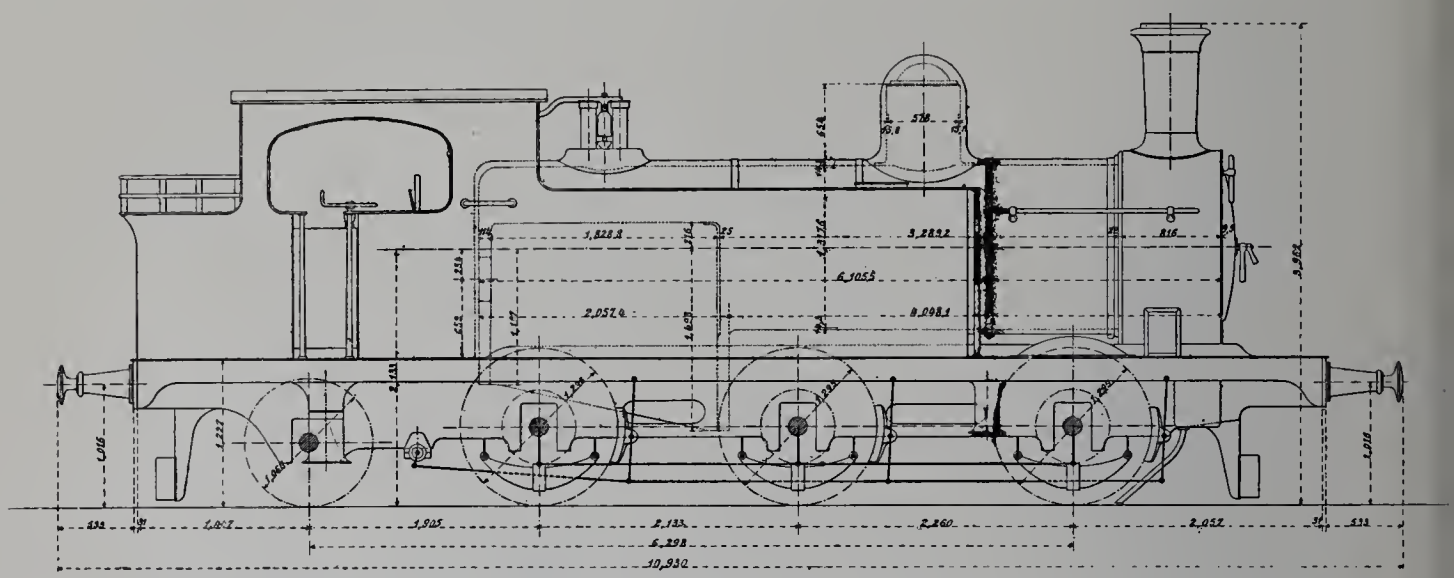


Fig. 64. — Locomotive-tender 3/4, n° 126, du Barry Railway.

Le changement de marche est à levier. Les soutes à eau placées sur le côté ont une contenance de 5,800 litres, les soutes à combustible sont à l'arrière de l'abri; grâce à l'emploi de l'essieu porteur, leur capacité est assez grande (2,000 kilogrammes). Les injecteurs dont est munie cette machine utilisent dans leur fonctionnement une partie de la vapeur d'échappement; ces injecteurs sont disposés horizontalement sous le tablier, afin d'être en charge.

Locomotive-tender compound à deux cylindres, 3/5, n° 13004, série 30, des chemins de fer de l'État autrichien pour le métropolitain de Vienne. — Cette machine, dont le numéro de fabrication est 2815, était exposée par la fabrique I. R. P. de machines de Vienne, qui en a construit cinquante-quatre semblables, les vingt-six premières en 1897, pour le métropolitain de Vienne présentant des rampes de 20 millimètres et des courbes de 120 mètres. Afin d'obtenir une bonne vitesse commerciale, le programme était d'atteindre en une minute, sur la rampe de 20 millimètres, une vitesse de 35 kilomètres en remorquant un train pesant 135 tonnes. Afin de pouvoir être au besoin employées sur les grandes lignes, ces machines devaient porter 8 m. c. 5 d'eau et 2 t. 5 de combustible, la charge par essieu ne dépassant pas 14 t. 5. Il convenait enfin que la machine pût circuler aussi bien dans les deux sens de marche. Ces conditions ont conduit à porter la machine sur cinq essieux, dont trois couplés au milieu et deux porteurs radiaux, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière. La chaudière est du type Crampton; le ciel du foyer est entretoisé directement au berceau cylindrique de l'enveloppe; la première rangée de

tirants est à dilatation. La grille, très peu inclinée (environ 4 degrés), a un cendrier fermé. La porte est disposée d'après le système fumivore Marek : sa fermeture produit

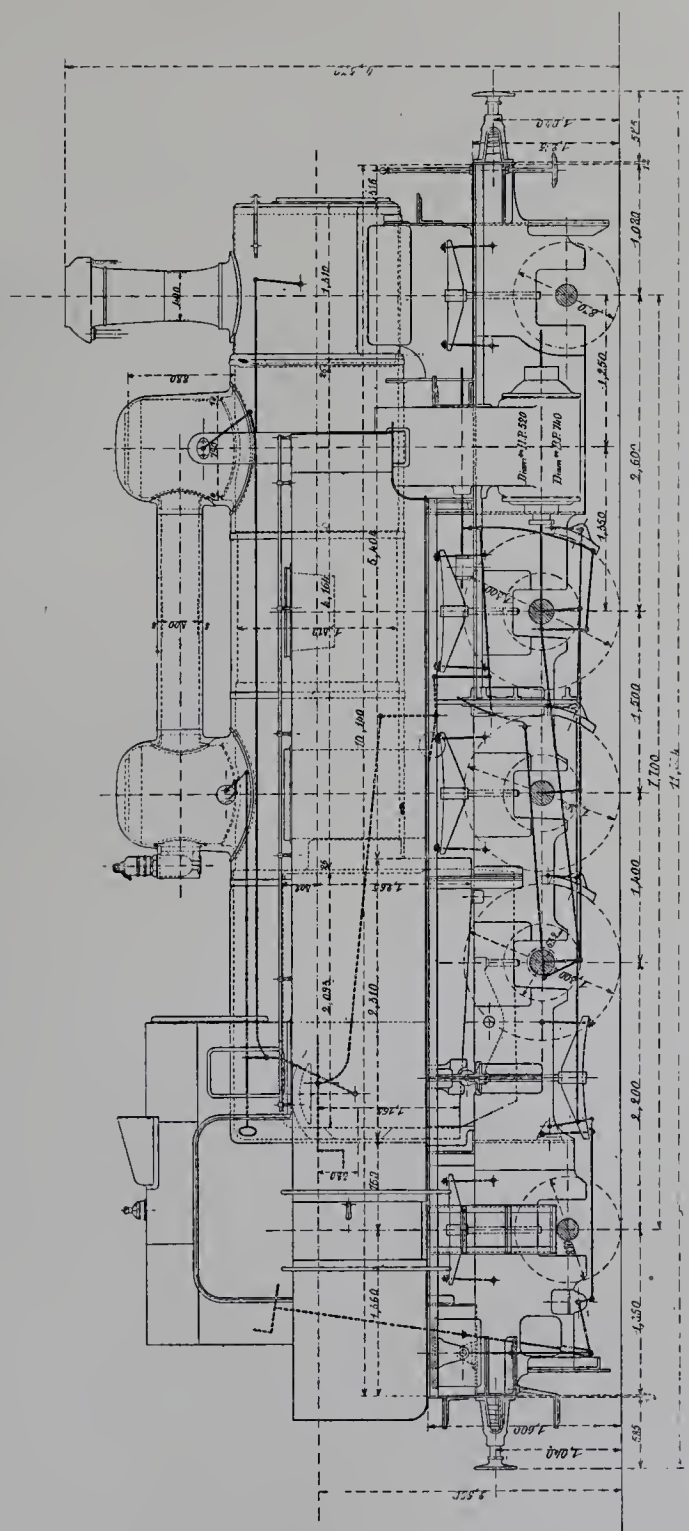


Fig. 65. — Locomotive-tender 3/5, n° 1004, du métropolitain de Vienne.

automatiquement l'ouverture d'un clapet que le chauffeur doit fermer lorsque la fumée a cessé de se produire. La chaudière est munie de deux dômes communiquant par un gros tuyau. Le régulateur à tiroir est dans le dôme d'avant; il est commandé par une tringle exté-

rieure. Afin de faciliter la dilatation de la chaudière, la boîte à feu repose sur les longerons par l'intermédiaire de deux petites bielles. Le châssis est intérieur et entretoisé par le caisson de cylindres et une entretoise à l'arrière du groupe des deux cylindres. Les glissières de plaque de garde sont en acier moulé d'une seule pièce. Tous les ressorts de suspension sont indépendants. Les essieux porteurs sont à boîtes radiales, du type Adams, rappelées par des ressorts en spirale prenant appui, d'une part, sur les boîtes et, d'autre part, sur le bâti de la machine. Les faces de glissement des boîtes et de leurs glissières sont dressées suivant une surface cylindrique verticale de 1 m. 650 de rayon. Ce rayon de courbure a été pris de 400 millimètres environ de moins qu'il ne faudrait pour amener les essieux porteurs dans une position rigoureusement radiale, afin de réduire l'angle suivant lequel les roues porteuses d'avant attaquent le rail extérieur des courbes. Le déplacement des essieux porteurs étant de 50 millimètres dans chaque sens, et l'empattement rigide étant seulement de 2 m. 900, cette locomotive passe facilement dans des courbes de 100 mètres de rayon. Les cylindres sont extérieurs et horizontaux. Le réservoir intermédiaire en fonte, placé entre ces cylindres, a une enveloppe de vapeur. La distribution du type Walschaerts est extérieure. Le mécanisme de démarrage est du système Gölsdorf. Cette série de machines est munie des appareils du frein à vide automatique Hardy, des appareils pour le chauffage à la vapeur, de l'indicateur de vitesse Hausshälter, de la sablière à vapeur Gresham, de deux soupapes de sûreté Pop de la Coale Mufler Co., d'un graisseur à débit multiple Nathan pour les pistons et tiroirs, d'une soupape de rentrée d'air Ricour et d'une soupape limitant à 5 kilogr. 5 la pression de la vapeur dans le grand cylindre.

Locomotive-tender à simple expansion, 3/5, n° 3712, de la Compagnie de l'Ouest. — Cette machine a été construite par MM. Schneider et Cie. Elle a été étudiée pour la remorque des trains lourds de grande banlieue, et des trains quelconques sur les lignes secondaires du réseau à profil accidenté. La chaudière est du type Belpaire, sans dispositif spécial pour la dilatation de la plaque tubulaire; les tubes sont à ailettes. Son foyer a une voûte et un cendrier fermé. La grille inclinée de 10 degrés a un jette-feu. Les longerons intérieurs aux roues sont entretoisés par six pièces en acier moulé dont le caisson placé entre les cylindres forme selle portant la boîte à fumée et en même temps support du pivot. Les supports des glissières de piston sont également en acier moulé. Les cylindres sont placés à l'extérieur des longerons, au droit du bogie, avec leurs boîtes à vapeur placées au-dessus; le mécanisme de distribution est du type Walschaerts; chaque tige de tiroir porte un pantin représentant la section du tiroir par un plan vertical parallèle à l'axe de la machine; ce pantin glisse au-dessus d'un tracé représentant les orifices d'admission et d'échappement, ce qui permet de se rendre compte à chaque instant du réglage du tiroir. Les bielles motrices attaquent l'essieu intermédiaire. Afin de bien dégager le mécanisme, les caisses à eau sont placées au-dessus des roues. La pratique a montré que cette disposition ne nuit pas à la stabilité. Le bogie, à longerons intérieurs, est du type exposé par l'Ouest en 1889; toutefois les ressorts de rappel sont

jumelés, au lieu d'être indépendants. Le déplacement transversal maximum est de 50 millimètres. Les six ressorts de suspension des roues couplées sont reliés par des

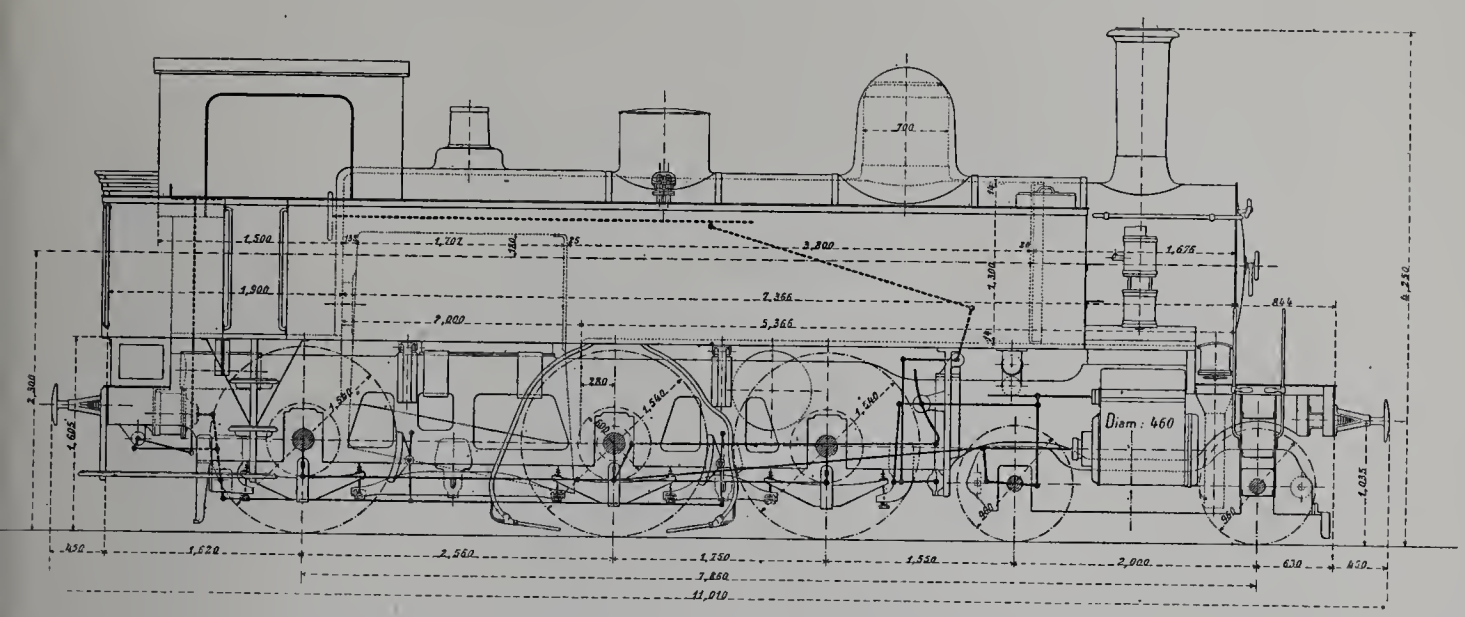


Fig. 66. — Locomotive-tender 3/5, n° 3712, des chemins de fer de l'Ouest.

balanciers longitudinaux. Parmi les appareils de détail, nous citerons : les soupapes du système Lethuillier-Pinel; les injecteurs du type Friedmann vertical; la sablière à vapeur Gresham et les graisseurs télesco-pompes Bourdon.

Locomotive-tender à simple expansion, articulée, système Hagans, 5/5, n° 1663, des chemins de fer de l'État prussien (*Direction d'Altona*). — Cette machine a été construite pour la direction d'Altona par la maison Henschel et fils, de Cassel. Elle porte le numéro de fabrication 5347.

Elle comporte, comme les compound articulées Mallet, deux trucks moteurs attelés l'un à l'autre, mais, tandis que dans les machines Mallet chaque truck a son mécanisme moteur, dans la machine Hagans le châssis d'avant est seul muni d'un mécanisme moteur dont le mouvement est transmis aux essieux du châssis d'arrière par deux balanciers verticaux et par un système de bielles à rotules.

La chaudière est du type Belpaire; le ciel du foyer est relié à l'enveloppe par des tirants verticaux sans dispositif spécial pour la dilatation de la plaque tubulaire. Le ciel de la boîte à feu est surélevé de 200 millimètres par rapport à la génératrice supérieure du corps, afin d'augmenter le volume de la vapeur. Le foyer est forcément peu profond en raison de sa position au-dessus du châssis mobile d'arrière; la grille, légèrement inclinée à l'avant, est horizontale à l'arrière.

Le régulateur, à tiroir plan, est placé dans le dôme; la vapeur est recueillie par un collecteur, partant de la boîte à feu, dont l'extrémité se termine par une cloche qui doit arrêter les entraînements d'eau. Les longerons des deux châssis sont intérieurs aux roues. A l'inverse du système articulé Mallet, dans la machine Hagans, le châssis avant

C. F. E.

est le plus important, le châssis arrière constituant un truck porteur. L'articulation des deux châssis est située un peu en avant du foyer; elle consiste en une cheville verticale,

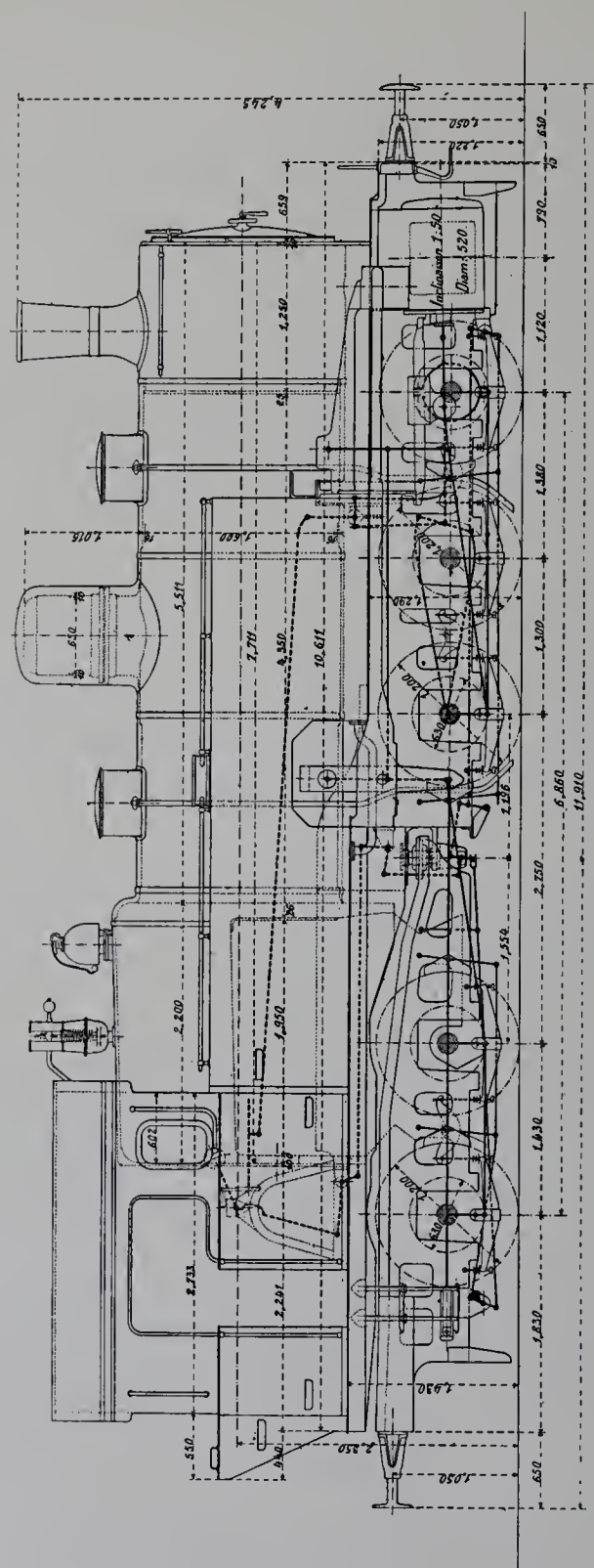


Fig. 67 — Locomotive-tender système Hagans, 5/5, n° 1663, des chemins de fer de l'État prussien.

reliée au châssis $\mathcal{N}$, qui traverse une sphère mobile dans un coussinet sphérique monté à l'avant du châssis $\mathcal{A}$; cette articulation constitue une sorte de joint de Cardan autour

duquel le châssis Æ peut osciller. Le châssis Æ repose sur le châssis Æ en quatre points, situés contre la face intérieure des longerons, dont deux sont placés dans un plan transversal passant par l'articulation et les deux autres à peu près au-dessous de la face arrière de la boîte à feu.

La transmission de la charge se fait en ces quatre points par l'intermédiaire de plaques de friction à rotule, conjuguées deux à deux par des balanciers, de façon à répartir également la charge sur les deux côtés du châssis d'arrière. De plus, les frottoirs qui sont dans le plan de l'articulation sont chargés par l'intermédiaire de ressorts en volute.

Des balanciers longitudinaux conjuguent entre eux les ressorts de suspension des trois essieux du châssis d'avant et des deux essieux du truck d'arrière.

La transmission de mouvement d'un châssis à l'autre se fait de la façon suivante :

Le groupe des cylindres placés à l'avant actionne directement les trois premières paires de roues et, par l'intermédiaire d'une biellette, l'extrémité d'un balancier vertical.

Celui-ci est articulé en son milieu à une longue bielle attaquant un second balancier, qui, dans sa position normale, est également vertical et forme avec le premier un parallélogramme. L'extrémité libre F du deuxième balancier vertical, décrivant ainsi un arc de cercle, entraîne par le moyen d'une bielle H le deuxième train de roues; tout se passe donc, en alignement, comme si l'extrémité F de la bielle H était actionnée directement par les cylindres. Quand la machine se trouve en courbe, le mécanisme tel que nous venons de le décrire ne pourrait fonctionner, car la distance de centre en centre des roues d'un même côté des deux trucks varie; il faut donc que l'extrémité du deuxième balancier, tout en conservant sa course de même amplitude, ait cette course reportée en avant de la quantité dont se sont rapprochés les centres des essieux, ou reportée en arrière si les roues considérées se sont écartées. A cet effet l'extrémité supérieure du deuxième balancier vertical est articulée à l'extrémité supérieure d'une fourche, oscillant elle-même en O dans des supports fixés au premier châssis, et attachée à son extrémité inférieure à une bielle G dont l'extrémité arrière est fixée au deuxième châssis. Quand, la machine entrant en courbe, la distance de centre en centre des roues d'un même côté diminue, la bielle G placée à l'intérieur de la courbe repousse en avant l'extrémité inférieure de la fourche de la quantité dont se sont rapprochés les boutons de manivelle des deux jeux de roues.

En raison de l'articulation de la fourche en O, l'extrémité supérieure du deuxième balancier se trouve reportée en arrière de la même quantité dont s'est avancée l'extrémité de la fourche. Le balancier conservant très sensiblement la même amplitude de course, son extrémité inférieure peut continuer à entraîner la bielle motrice du train de roues arrière, sa course se trouvant reportée en avant de la quantité dont se sont rapprochés les châssis. Le jeu des pièces rachète la variation de course résultant de l'inclinaison que prend la corde de l'arc décrit.

Les cylindres sont extérieurs et très légèrement inclinés; le mécanisme de distribution

IMPRIMERIE NATIONALE.

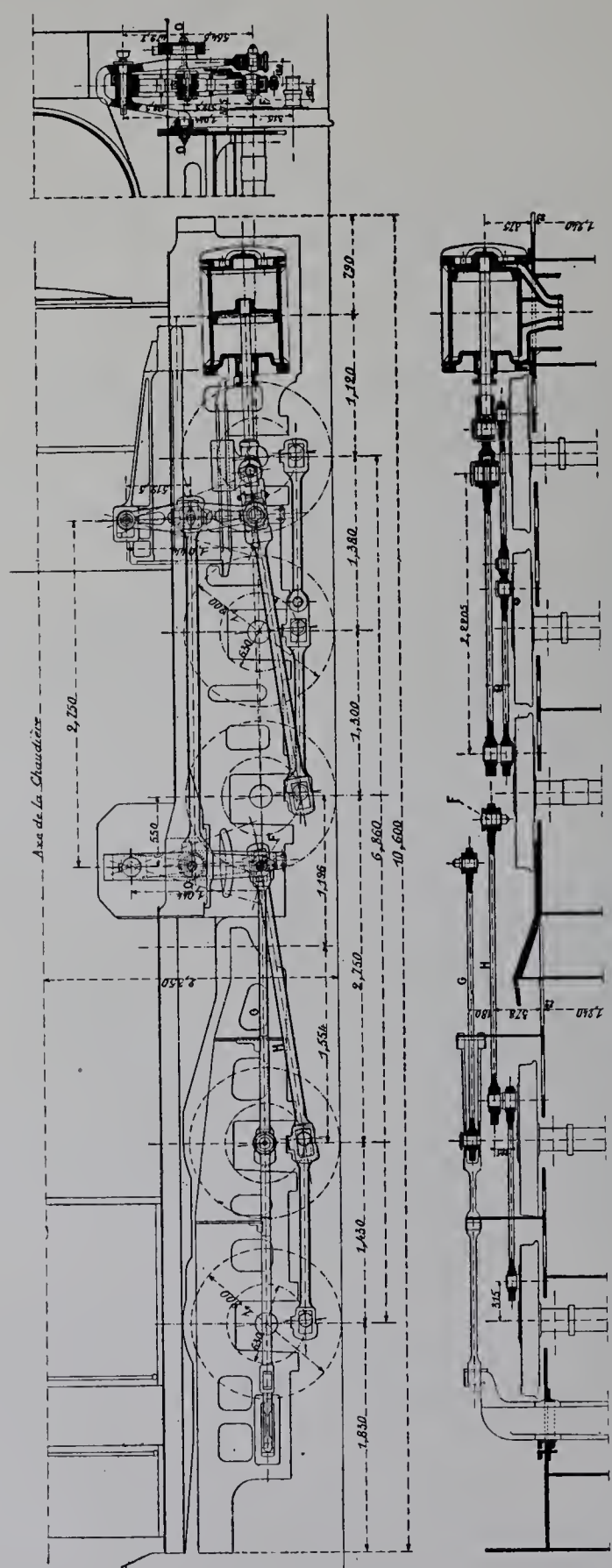


Fig. 68. — Ensemble du mouvement de la locomotive 5/5, n° 1663.

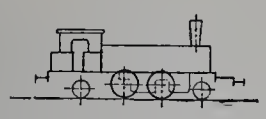
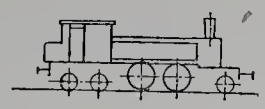
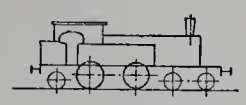
à coulisses droites et les boîtes à vapeur sont à l'intérieur des longerons. Les tiroirs, disposés verticalement, sont plans, à canal et non équilibrés. Les sabots d'un frein à main sont appliqués aux roues des premier, troisième, quatrième et cinquième essieux. Le nombre des locomotives du système Hagans construites jusqu'à ce jour est de 46, la plupart en service sur les chemins de fer de l'État prussien et de l'État badois. Il nous semble que ces locomotives, sous peine de fatiguer les voies, ne peuvent marcher qu'à des vitesses limitées. Lorsqu'elles entrent en courbe, le train d'avant doit imprimer un mouvement de pivotement à presque toute la masse de la machine, avec cette aggravation que le poids du foyer, de l'abri et d'une partie des longerons se trouve en porte à faux en arrière de la base d'appui du train d'avant.

VOIES LARGES. —

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.	2/3.
NUMÉROS D'ORDRE.	1
Pays de provenance	BELGIQUE.
Exposant	ZIMMERMANN HANREZ et Cie, à Monceau-sur-Sambre.
Constructeur	ZIMMERMANN HANREZ et Cie, à Monceau-sur-Sambre.
Réseau auquel la locomotive est affectée	État belge.
Numéro de la locomotive	1218
Mode d'utilisation de la vapeur	Simple expansion.
Renvoi à la page du rapport	388
Grille — Longueur	1m 450
Grille — Largeur	1 035
Grille — Surface	1m2 50
Boîte à feu — Nature du métal	Cuivre.
Boîte à feu — Longueur intérieure	1m 465
Boîte à feu — Largeur intérieure — en bas	1 102
Boîte à feu — Largeur intérieure — en haut	0 980
Boîte à feu — Hauteur du ciel au-dessus de la grille — à l'avant	0 950
Boîte à feu — Hauteur du ciel au-dessus de la grille — à l'arrière	1 180
Boîte à feu — Épaisseur de la plaque tubulaire à l'endroit des tubes	25mm
Corps cylindrique — Longueur (y compris la boîte à fumée)	3m 281
Corps cylindrique — Diamètre moyen	1 078
Corps cylindrique — Épaisseur de la tôle	11mm
Corps cylindrique — Nature du métal	Acier doux.
Corps cylindrique — Épaisseur de la plaque tubulaire de boîte à fumée	20mm
Corps cylindrique — Hauteur de l'axe au-dessus du rail	1m 785
Corps cylindrique — Timbre	8k 264
Capacité de la chaudière — Volume d'eau avec 0m 10 au-dessus du ciel du foyer	1m3 910
Capacité de la chaudière — Volume de vapeur	1 050
Tubes — Type	Lisses.
Tubes — Nombre	136

(*A suivre.*)

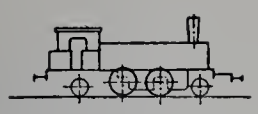
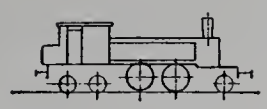
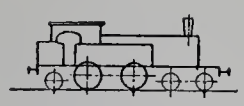
LOCOMOTIVES-TENDER.

2/4.		2/5.	2/5.
			
2	3	4	5
ALLEMAGNE.	FRANCE.	ALLEMAGNE.	BELGIQUE.
HENSCHEL et fils, à Cassel.	CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.	KRAUSS ET Cie, à Munich.	SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTION DE LA MEUSE, à Liège.
HENSCHEL et fils, à Cassel.	SOCIÉTÉ FRANCO-BELGE.	KRAUSS ET Cie, à Munich.	SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTION DE LA MEUSE, à Liège.
État prussien. (Enceinte de Berlin.)	État français.	État bavarois.	État belge.
2083	Locomotive-tender-fourgon 0247.	2263	Type 15, n° 2515.
Simple expansion.	Simple expansion.	Simple expansion.	Simple expansion.
388	391	392	394
1m 553	1m 192	1m 880	1m 700
1 010	0 844	1 040	1 060
1m2 57	1m2 006	1m2 96	1m2 80
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
1m 522	1m 110	1m 789	1m 592
1 010	0 844	1 040	1 066
1 070	0 844	1 100	1 070
1 361	1 220	1 365	1 685
1 361	1 080	0 985	1 615
25mm	30mm	26mm	27mm
5m 153	3m 435	5m 060	3m 956
1 242	1 026	1 320	1 324
13mm	14mm	13 1/2	16mm
Acier doux.	Fer.	Acier doux.	Acier.
23mm	25mm	24mm	22mm
2m 200	1m 925	2m 350	2m 340
12k	12k	12k	11k 3
3m3 290	1m3 810	3m3 400	m3 000
1 500	0 864	1 840	1m3 150
Lisses.	Lisses.	Lisses.	Lisses.
171	87	200	218

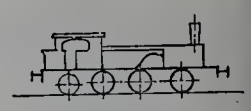
VOIES LARGES. —

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.		2/3.
NUMÉROS D'ORDRE.		1
Tubes (*Suite.*)	Longueur entre les plaques tubulaires	2^{m} 707
	Diamètre extérieur	45^{mm}
	Diamètre intérieur	40
Surface de chauffe	du foyer	6^{m2} 58
	des tubes à l'intérieur	46 24
	totale	52 82
Châssis	Type	Extérieur.
	Écartement intérieur des longerons à l'avant	1^{m} 720
	Écartement intérieur des longerons à l'arrière	1 720
	Longueur totale à l'extrémité des tampons	8 418
Mouvement et distribution.	Nombre de cylindres	2
	Diamètre des cylindres	350^{m2}
	Course des pistons	460
	Volume des espaces morts	//
	Volume du réservoir intermédiaire	//
	Entre-axe des cylindres	0^{m} 500
	Longueur de la bielle motrice	1 440
	Système de distribution	Walschaerts.
	Type du tiroir de distribution	Trick.
Roues	Nombre total	6
	Nombre de roues accouplées	4
	Entre-axe des roues extrêmes	4^{m} 270
	De l'axe de la roue d'Æ à l'axe du bogie	//
	Diamètre au contact des roues porteuses	1^{m} 060
	Diamètre au contact des roues motrices	1 450
	Disposition spéciale pour le passage en courbe	//
Poids	de la machine à vide	$26,000^{k}$
	total de la machine en ordre de marche	32,000
	adhérent	22,300
Frein	Type	A main et Westinghouse.
	Nombre de roues freinées	4
Capacité	des soutes à eau	$3,600^{k}$
	des soutes à combustible	$1,200^{k}$

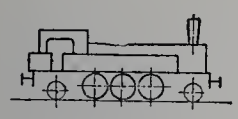
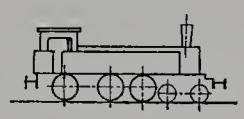
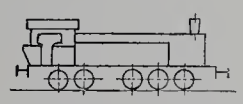
LOCOMOTIVES-TENDER. (Suite.)

2/4.		2/5.	2/5.
			
2	3	4	5
4m 000	2m 600	3m 830	3m 122
46mm	50mm	45mm	45mm
41mm 4	45	40	40
7m2 90	5m2 100	8m2 37	10m2 26
89 40	32 700	96 26	85 52
97 30	37 800	104 63	95 78
Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.
1m 240	1m 260	1m 234	Avant 1m 238. Milieu 1m 257. Arrière 1m 238.
1 240	1 260	1 270	
11 685	10 002	11 928	11m 280
2	2	2	2
430mm	300mm	450mm	430mm
600	400	560	610
5l 6	1l 05	7l 73	5l
//	//	//	//
2m 030	1m 870	2m 120	0m 730
2 050	1 600	2 350	1 854
Walschaerts. Trick équilibré.	Walschaerts. Cylindrique Ricour.	Walschaerts-Heusinger. Plan équilibré.	Stephenson. Trick.
8	8	10	10
4	4	4	4
6m 800	4m 640	8m 800	8m 434
//	//	//	7 470
1m 000	1m 040	1m 006	1 066
1 600	1 320	1 640	1 800
Essieu radial.	//	Bogie AR, truck combiné Krauss AV	Bogie AV.
41,500k	23,500k	52,700k	51,000k
53,130	31,200	68,800	61,800
31,400	19,445	30,000	32,500
Westinghouse.	Wenger.	Westinghouse.	Westinghouse et à main.
4	4	6	4
5,700k	3,220k	9,100k	6,500k
2,000k	1,300k	2,800k	1,500k

VOIES LARGES. —

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.	3/4. 
NUMÉROS D'ORDRE.	6
Pays de provenance	BELGIQUE.
Exposant	SOCIÉTÉ FRANCO-BELGE.
Constructeur	SOCIÉTÉ FRANCO-BELGE.
Réseau auquel la locomotive est affectée	Barry Railway C°.
Numéro de la locomotive	126
Mode d'utilisation de la vapeur	Simple expansion.
Renvoi à la page du rapport	395
Grille — Longueur	1^{m} 85
Grille — Largeur	1 02
Grille — Surface	1^{m2} 90
Boîte à feu — Nature du métal	Cuivre.
Boîte à feu — Longueur intérieure	1^{m} 850
Boîte à feu — Largeur intérieure — en bas	1 020
Boîte à feu — Largeur intérieure — en haut	1 090
Boîte à feu — Hauteur du ciel au-dessus de la grille — à l'avant	1 650
Boîte à feu — Hauteur du ciel au-dessus de la grille — à l'arrière	1 260
Boîte à feu — Épaisseur de la plaque tubulaire à l'endroit des tubes	25^{mm} 4
Corps cylindrique — Longueur (y compris la boîte à fumée)	4^{m} 126
Corps cylindrique — Diamètre moyen	1 340
Corps cylindrique — Épaisseur de la tôle	14^{mm} 3
Corps cylindrique — Nature du métal	Fer.
Corps cylindrique — Épaisseur de la plaque tubulaire de boîte à fumée	22^{mm} 22
Corps cylindrique — Hauteur de l'axe au-dessus du rail	2^{m} 1336
Corps cylindrique — Timbre	10^{k} 500
Capacité de la chaudière — Volume d'eau avec 0^{m} 10 au-dessus du ciel du foyer	3^{m3} 750
Capacité de la chaudière — Volume de vapeur	1 740
Tubes (*A suivre.*) — Type	Lisses.
Tubes (*A suivre.*) — Nombre	182

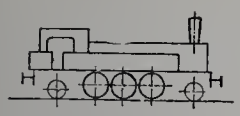
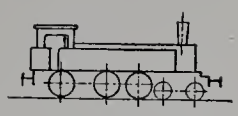
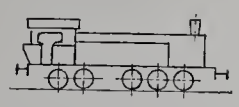
LOCOMOTIVES-TENDER. (Suite.)

3/5.	3/5.	5/5.
		
7	8	9
AUTRICHE.	FRANCE.	ALLEMAGNE.
SOCIÉTÉ IR DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.	CHEMINS DE FER DE L'OUEST.	HENSCHEL ET FILS, à Cassel.
SOCIÉTÉ IR DES CHEMINS DE FER DE L'ETAT.	SCHNEIDER ET Cie (Le Creusot).	HENSCHEL ET FILS, à Cassel.
Métropolitain de Vienne.	Ouest.	État prussien.
Série 30, n° 13004.	3712	1663
Compound, 2 cylindres.	Simple expansion.	Simple expansion.
396	398	399
2^m 089	1^m 823	2^m 023
1 117	1 024	1 17
2^{m2} 33	1^{m2} 86	2^{m2} 37
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
2^m 089	1^m 707	1^m 950
1 117	1 024	AV 1^m 240, AR 1^m 100
1 112	1 052	AV 1 330, AR 1 190
1 356	1 680	1^m 240
1 256	1 380	0 940
26^{mm}	25^{mm}	26^{mm}
5^m 404	5^m 366	5^m 501
1 288	1 300	1 632
15^{mm} 5	14^{mm}	16^{mm}
Acier doux.	Acier.	Acier doux.
26^{mm}	20^{mm}	25^{mm}
2^m 500	2^m 300	2^m 350
13^k	12^k	12^k
4^{m3} 100	4^{m3} 100	5^{m3} 000
2 300	1 600	5 100
Lisses.	A ailettes.	Lisses.
200	96	210

VOIES LARGES. —

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.		3/4.
NUMÉROS D'ORDRE.		6
Tubes..... (*Suite.*)	Longueur entre les plaques tubulaires.....	3^{m} 289
	Diamètre..... extérieur.....	50^{mm} 8
	Diamètre..... intérieur.....	44 8
Surface de chauffe	du foyer.....	10^{m2} 13
	des tubes à l'intérieur.....	94 00
	totale.....	104 13
Châssis.....	Type.....	Intérieur.
	Écartement intérieur des longerons à l'avant.....	1^{m} 257
	Écartement intérieur des longerons à l'arrière.....	1 168
	Longueur totale à l'extrémité des tampons.....	10 9347
Mouvement et distribution.	Nombre de cylindres.....	2
	Diamètre des cylindres.....	457^{mm}
	Course des pistons.....	660
	Volume des espaces morts.....	5^{l} 6
	Volume du réservoir intermédiaire.....	//
	Entre-axe des cylindres.....	0^{m} 723
	Longueur de la bielle motrice.....	1 647
	Système de distribution.....	Allan.
	Type du tiroir de distribution.....	Plan.
Roues.....	Nombre total.....	8
	Nombre de roues accouplées.....	6
	Entre-axe des roues extrêmes.....	6^{m} 300
	De l'axe de la roue d'Æ à l'axe du bogie.....	//
	Diamètre..... au contact des roues porteuses.....	1^{m} 066
	Diamètre..... au contact des roues motrices.....	1 295
	Disposition spéciale pour le passage en courbe.....	Bissel Æ.
Poids.....	de la machine à vide.....	$45,000^{k}$
	total de la machine en ordre de marche.....	56,563
	adhérent.....	48,340
Frein.....	Type.....	A vapeur et à vis.
	Nombre de roues freinées.....	6
Capacité.....	des soutes à eau.....	$5,813^{l}$
	des soutes à combustible.....	$2,000^{k}$

LOCOMOTIVES-TENDER. (Suite et fin.)

3/5.	3/5.	5/5.
		
7	8	9
4^{m} 164	3^{m} 800	4^{m} 350
51^{mm}	70^{mm}	50^{mm}
46^{mm}	65^{mm}	45
10^{m2} 53	9^{m2} 06	8^{m2} 38
133 41	122 60	129 14
143 94	131 66	137 52
Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.
$\bar{A}V$: 1^{m} 160 ; Milieu : 1^{m} 220	1^{m} 240	1^{m} 240
1^{m} 160	1 240	1 420
11 334	11 010	11 910
HP | BP		
1 | 1	2	2
520^{mm} | 740^{mm}	460^{mm}	520^{mm}
632 | 632	600	630
18^{l} | 25^{l}	3^{l}	11^{l} 1
320^{l}	//	//
2^{m} 080	2^{m} 040	2^{m} 040
2^{m} 750 | 2^{m} 750	3 020	2^{m} 220 1/2
Waldegg-Heusinger.	Walschaerts.	Allan.
Plan équilibré Trick.	Plan.	Trick équilibré.
10	10	10
6	6	10
7^{m} 700	7^{m} 860	6^{m} 860
//	6 810	//
0 870	0 960	//
1 300	1 540	1 200
Essieu radial $\bar{A}V$ et $\bar{A}R$.	Bogie.	Deux trains articulés.
$55,800^{k}$	$46,500^{k}$	$56\ 000^{k}$
70,300	59,900	71,500
43,800	44,700	71,500
A vide automatique Hardy.	Westinghouse.	Frein à main.
6	4	8
$8,300^{k}$	$7,000^{k}$	$9,000^{k}$
$3,000^{k}$	$2,000^{k}$	$1,500^{k}$

II

LOCOMOTIVES POUR VOIES ÉTROITES.

1° LOCOMOTIVES À TENDER SÉPARÉ.

Locomotive à simple expansion, 3/3, du chemin de fer de Dakar à Saint-Louis. — Cette machine, pour voie de 1 mètre, construite par les ateliers de la Société de construction des Batignolles, était exposée parmi le matériel colonial (Classe 114).

La chaudière est du type Crampton; le foyer est armaturé par des fermes longitudinales suspendues au berceau de l'enveloppe par des étriers. Le dôme, contenant le régulateur à tiroir plan, est placé sur la virole d'avant. Le foyer est en porte à faux par rapport à l'essieu d'arrière. Les longerons intérieurs sont entretoisés par un caisson de cylindres en tôles et cornières et par deux entretoises verticales servant de support de dilatation à la chaudière. Les ressorts de suspension ne sont pas conjugués.

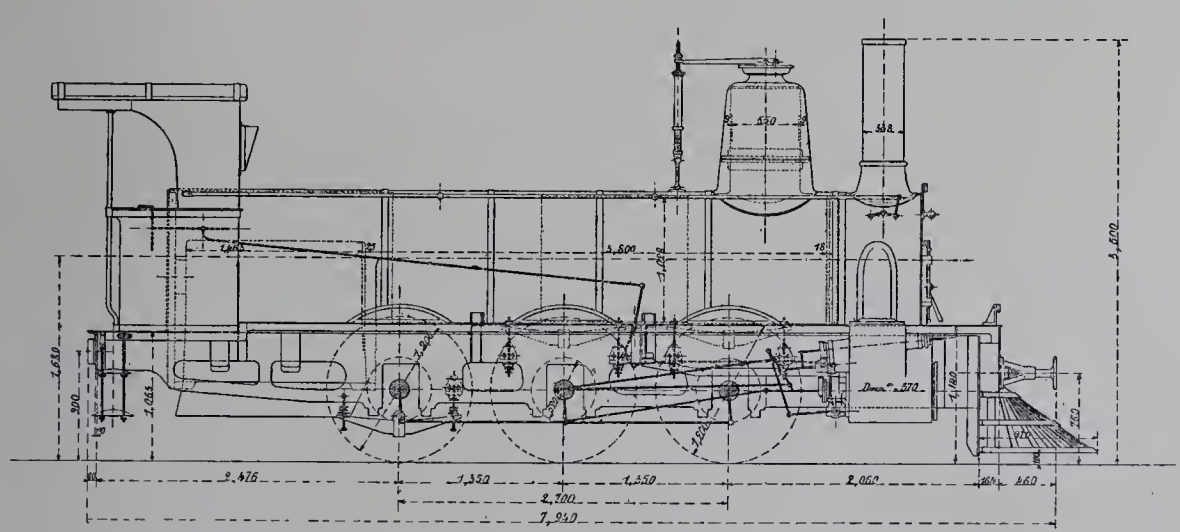


Fig. 69. — Locomotive 3/3 du chemin de fer de Dakar à Saint-Louis.

Les cylindres, extérieurs et horizontaux, sont placés à l'avant, en porte-à-faux. Le mécanisme de distribution est à coulisse droite et suspendu par une de ses extrémités. Ce mécanisme de distribution et les glissières sont en partie protégés contre le sable par un coffre en tôle fixé au tablier. L'attelage est du type usuel à tampons latéraux. L'avant de cette machine est muni d'un chasse-bœufs du type américain. Le tender à trois essieux, accouplé à cette locomotive, ne présente pas de dispositions spéciales.

Locomotive à simple expansion, 3/4, n° 6, de la Compagnie impériale des chemins de fer Éthiopiens. — Cette machine, pour voie de 1 mètre, a été construite par les ateliers de Winterthur (numéro de fabrication 1225), d'après le programme suivant : remorquer

sur des rampes de 30 millimètres des trains de 85 tonnes, tender compris, à la vitesse de 18 à 20 kilomètres à l'heure, la charge par essieu ne devant pas dépasser 8,400 kilogrammes.

Ce programme a conduit à répartir le poids de la machine sur quatre essieux : trois d'entre eux suffisant pour l'adhérence, le quatrième a été disposé comme bissel à l'avant, donnant à la machine de la stabilité et de la flexibilité. Ce type Mogul, à simple expansion, a d'ailleurs été précédemment fabriqué par les ateliers de Winterthur pour divers chemins de fer secondaires où il fournit un bon service.

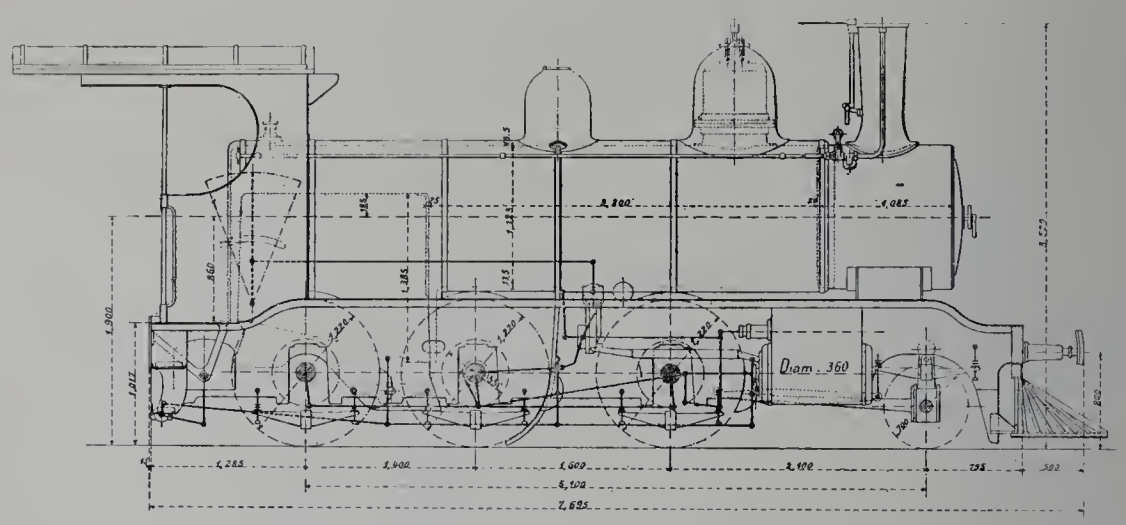


Fig. 70. — Locomotive 3/4, n° 6, des chemins de fer Éthiopiens.

La chaudière est du type Crampton; le ciel du foyer légèrement bombé est armaturé directement avec l'enveloppe par des tirants rayonnants dont les deux premières rangées prennent point d'appui sur des T suspendus au berceau cylindrique et permettent la dilatation de la plaque tubulaire. Des tirants transversaux arment le berceau. La grille, inclinée de 13 degrés, est munie d'un cendrier fermé. Le régulateur à tiroir plan est placé dans le dôme. A la base de la colonne de l'échappement fixe est disposé un clapet qui permet aux cylindres, lors de la descente des pentes à régulateur fermé, de n'aspirer que de l'air frais. Les longerons intérieurs, en tôle de 20 millimètres, sont entretoisés par un caisson de cylindres en tôles et cornières et par des tôles horizontales placées à hauteur des supports ed glissière de piston et en avant du foyer. L'avant de la machine repose sur une rotule sphérique attachée par des bielles au châssis du bissel; la crapaudine, qui coiffe la rotule, est reliée au châssis de la machine; les suspensions des deux roues du bissel et du premier essieu couplé sont conjuguées par des balanciers; il en est de même pour les ressorts de l'essieu moteur et de l'essieu couplé d'arrière.

Les cylindres horizontaux sont placés à l'extérieur; les tiroirs sont à canal; le mécanisme de distribution Walschaerts est commandé par un changement de marche à levier. La locomotive et le tender ont le frein à vide Hardy; la machine est munie d'une sablière à main, d'un appareil de chauffage au mazout, système Holden, et de l'indicateur de

vitesse Hausshaelter. Il n'a pas été pris de disposition spéciale pour protéger les mécanismes contre les effets du sable du désert.

Le tender est monté sur deux bogies du type américain *diamond;* il porte des réservoirs pouvant contenir 2,500 litres de résidus de pétrole. La soute à combustible est à fond surélevé.

Locomotive à simple expansion, 4/4, n° 2501, pour les chemins de fer affluents de Russie. — Cette machine, construite par la Société de Kolomna, est destinée à un réseau à voie de 0 m. 75. La chaudière est du type Crampton, le ciel du foyer est armaturé directement avec l'enveloppe par des tirants. La plaque arrière de l'enveloppe tourne sa convexité vers l'avant, pour faciliter le rivetage de cette tôle avec l'enveloppe, le développement donné au volume du foyer ne permettant plus d'introduire celui-ci par la base de la boîte à feu. La prise de vapeur se fait par une soupape équilibrée. Le châssis est extérieur aux roues. Les longerons sont entretoisés par un caisson de cylindres en tôles et cornières, la tôle qui en forme la partie supérieure s'étend depuis la traverse de tête jusqu'à l'avant du foyer et s'assemble par des cornières aux longerons ainsi qu'à deux entretoises verticales. Les boudins sont supprimés sur les roues du troisième essieu.

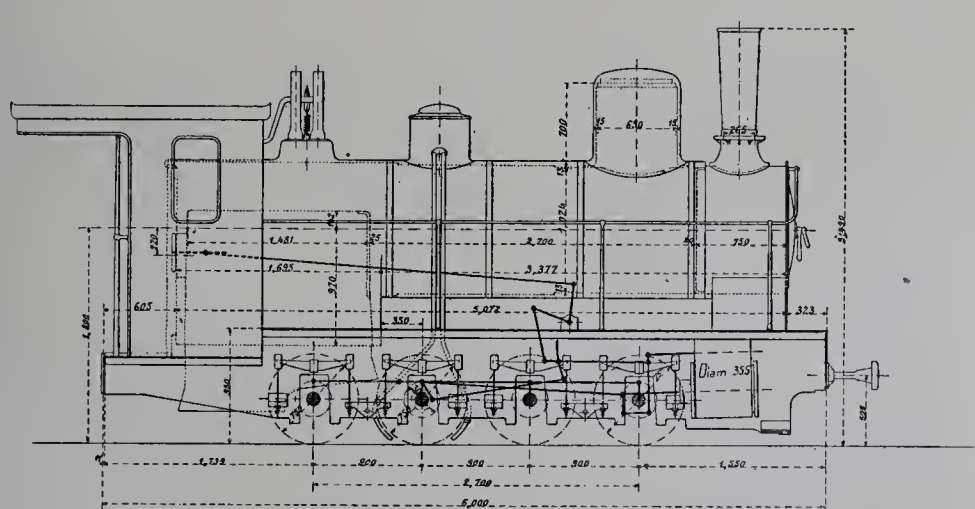
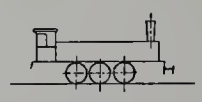
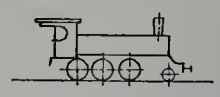
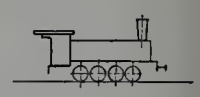


Fig 71. — Locomotive 4/4, n° 2501, des chemins de fer affluents de Russie.

Les ressorts de suspension sont reliés deux à deux par des balanciers longitudinaux. Les cylindres extérieurs sont à l'avant du premier essieu. Les tiroirs sont plans. Le mécanisme de distribution est du type Walschaerts. Une porte est ménagée dans le panneau avant de l'abri. Cette machine se distingue par la facilité avec laquelle on accède à toutes les pièces du mécanisme et notamment aux boîtes, grâce à l'emploi du châssis extérieur. Son tender est monté sur trois essieux.

VOIES ÉTROITES. — LOCOMOTIVES

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.	3/3.	3/4.	4/4.
			
NUMÉROS D'ORDRE.	1	2	3
Pays de provenance	FRANCE (COLONIES).	SUISSE.	RUSSIE.
Exposant	CHEMIN DE FER DE DAKAR-SAINT-LOUIS.	SOCIÉTÉ SUISSE DE CONSTRUCTION DE MACHINES, à Winterthur.	SOCIÉTÉ DE L'USINE DE KOLOMNA.
Constructeur	SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTION DES BATIGNOLLES.		SOCIÉTÉ DE L'USINE DE KOLOMNA.
Réseau auquel la locomotive est affectée	Dakar-Saint-Louis.	Chemins de fer Éthiopiens.	//
Numéro de la locomotive	//	6	2501
Mode d'utilisation de la vapeur	Simple expansion.	Simple expansion.	Simple expansion.
Renvoi à la page du rapport	413	413	415
Grille. Longueur	1^{m} 500	1^{m} 55	1^{m} 538
Grille. Largeur	0 610	0^{m} 68	0 756
Grille. Surface	0^{m2} 9150	1^{m2} 05	1^{m2} 15
Boîte à feu. Nature du métal	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
Boîte à feu. Longueur intérieure	1^{m} 451	1^{m} 51	1^{m} 481
Boîte à feu. Largeur intérieure en bas	0 610	0 680	0 756
Boîte à feu. Largeur intérieure en haut	0 908	0 952	0 890
Boîte à feu. Hauteur du ciel au-dessus de la grille à l'avant	1 062	1 280	0 982
Boîte à feu. Hauteur du ciel au-dessus de la grille à l'arrière	1 062	0 950	0 982
Boîte à feu. Épaisseur de la plaque tubulaire à l'endroit des tubes	25^{mm}	25^{mm}	25^{mm}
Corps cylindrique. Longueur (y compris la boîte à fumée)	4^{m} 540	4^{m} 305	3^{m} 470
Corps cylindrique. Diamètre moyen	1 028	1 236 1/2	1 037
Corps cylindrique. Épaisseur de la tôle	11^{mm} 1/2	13^{mm} 1/2	13^{mm}
Corps cylindrique. Nature du métal	Fer.	Acier doux.	Fer.
Corps cylindrique. Épaisseur de la plaque tubulaire de boîte à fumée	18^{mm}	20^{mm}	20^{mm}
Corps cylindrique. Hauteur de l'axe au-dessus du rail	1^{m} 680	1^{m} 900	1^{m} 800
Corps cylindrique. Timbre	9^{k}	12^{k}	12^{k}
Capacité de la chaudière. Volume d'eau avec 0^{m} 10 au-dessus du ciel du foyer	2^{m3} 090	2^{m3} 500	1^{m3} 748
Capacité de la chaudière. Volume de vapeur	1 200	1 000	0 776
Tubes. Type	Lisses.	Lisses.	Lisses.
Tubes. Nombre	106	142	136
Tubes. Longueur entre les plaques tubulaires	3^{m} 800	3^{m} 200	2^{m} 700
Tubes. Diamètre extérieur	50^{mm}	45^{mm}	43^{mm}
Tubes. Diamètre intérieur	45	41	38
Surface de chauffe du foyer	5^{m2} 80	6^{m2} 40	6^{m2} 00
Surface de chauffe des tubes à l'intérieur	56 95	64 00	49 57
Surface de chauffe totale	62 75	70 40	55 57

TENDER SÉPARÉ.

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.	3/3.	3/4.	4/4.
NUMÉROS D'ORDRE.	1	2	3
Châssis... Type	Intérieur.	Intérieur.	Extérieur.
Châssis... Écartement intérieur des longerons à l'avant	0m 810	0m 860	0m 964
Châssis... Écartement intérieur des longerons à l'arrière	0m 810	0 860	0 964
Châssis... Longueur totale à l'extrémité des tampons	7m 940	7 695	6 450
Mouvement et distribution. Nombre de cylindres	2	2	2
Mouvement et distribution. Diamètre des cylindres	370mm	360mm	355mm
Mouvement et distribution. Course des pistons	520	550	300
Mouvement et distribution. Volume des espaces morts	//	4l	2l 9
Mouvement et distribution. Volume du réservoir intermédiaire	—	—	—
Mouvement et distribution. Entre-axe des cylindres	1m 618	1m 540	1m 700
Mouvement et distribution. Longueur de la bielle motrice	1 578	1 720	1 650
Mouvement et distribution. Système de distribution	Stephenson.	Walschaerts.	Heusinger von Waldegg.
Mouvement et distribution. Type du tiroir de distribution	Plan.	Plan.	Plan.
Roues... Nombre total	6	8	8
Roues... Nombre de roues accouplées	6	6	8
Roues... Entre-axe des roues extrêmes	2m 700	5m 100	2m 700
Roues... De l'axe de la roue d'AR à l'axe du bogie	—	—	—
Roues... Diamètre au contact des roues porteuses	—	0m 700	—
Roues... Diamètre au contact des roues motrices	1m 200	1 220	0m 750
Roues... Disposition spéciale pour le passage en courbe	—	Bissel AV.	Boudin 3e roue AV enlevé.
Poids... de la machine à vide	20,240k	24,000k	19,000k
Poids... total de la machine en ordre de marche	22,670	27,000	21,000
Poids... adhérent	22,670	22,500	21,000
Frein... Type	—	A vide Hardy automatique.	A vis.
Frein... Nombre de roues freinées	—	6	//
Tender... Poids de l'eau	9,500k	10,000k	Tender non exposé.
Tender... Poids du combustible	2,500	3,500	
Tender... Nombre de roues	6	8	
Tender... Diamètre des roues	0m 930	0m 650	
Tender... Entre-axe des roues extrêmes	2m 700	4 200	
Tender... D'axe en axe des bogies	—	2 900	
Tender... Poids à vide avec agrès	9,230k	10,000k	
Tender... Poids en charge complète	21,230	23,500	

IMPRIMERIE NATIONALE

2° LOCOMOTIVES-TENDER.

Locomotive-tender compound, à 2 cylindres intérieurs, 2/3, n° 318, pour les chemins de fer des Indes néerlandaises. — Cette machine, qui porte le numéro de fabrication 2561, a été étudiée et construite par la Fabrique saxonne de Chemnitz, pour un chemin de fer à voie de 1 m. 067 de l'île de Java, d'après le programme suivant qui lui était donné : établir une locomotive-tender pouvant remorquer, à la vitesse de 25 kilomètres, un train pesant 140 tonnes, sur une ligne présentant simultanément de longues rampes de 5 millimètres, et des courbes de 200 mètres de rayon, marcher à 40 kilomètres sur les parties en palier et passer dans les courbes de 150 mètres dont les rails sont posés avec un élargissement de 25 millimètres; la charge par essieu ne dépassant pas 8,400 kilogrammes, et les combustibles à consommer étant de la houille et les résidus de pétrole. Les pièces du mécanisme devaient être bien protégées contre la poussière. Enfin, en raison de la faible puissance musculaire des Indiens, la machine devait se composer de parties dont le poids maximum était limité.

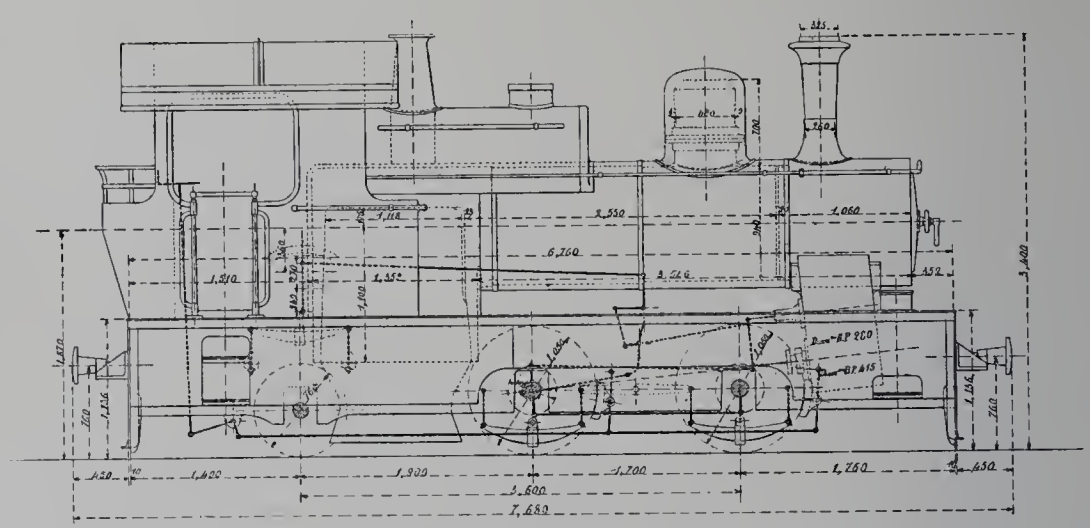


Fig. 72. — Locomotive-tender 2/3, n° 318, des chemins de fer des Indes néerlandaises.

Pour réaliser ce programme, la Fabrique saxonne s'est décidée à placer tout le mécanisme à l'intérieur des longerons et à monter la machine sur trois essieux, celui d'arrière étant simplement porteur.

La chaudière est du type Crampton; le ciel du foyer est suspendu au berceau cylindrique de l'enveloppe par des tirants verticaux, dont les deux premières rangées sont à dilatation. La partie inférieure de la plaque tubulaire du foyer est protégée par un mur en briques que surmonte la voûte usuelle. La grille horizontale n'a pas de jette-feu; au-dessous d'elle est monté un cendrier fermé. Le régulateur à tiroir plan est contenu dans le dôme, qui est monté à l'avant du corps cylindrique. Les longerons intérieurs, en tôle de 15 millimètres d'épaisseur, sont entretoisés par le groupe des deux cylindres, par une tôle horizontale reliée par des cornières aux longerons, et par une entretoise de

glissières de piston en acier moulé. Les glissières de plaques de garde, en acier moulé, sont en une seule pièce. Les suspensions des roues motrices sont conjuguées par des balanciers. Les cylindres, intérieurs et inclinés, sont fondus en une seule pièce. La distribution est du type Walschaerts. Son mécanisme, ainsi que les pièces du mouvement, sont enfermés dans une sorte de boîte en tôle, formée par les deux longerons et par des tôles horizontales fixées par des cornières aux bords supérieurs et inférieurs des longerons. Pour permettre la visite et l'entretien, une partie de ces tôles forment des panneaux mobiles. Dans le même but de les protéger contre la poussière, les bagues des bielles d'accouplement sont recouvertes de chapeaux. Les tiroirs de distribution sont plans et à canal. La valve de démarrage est du système Lindner et, par conséquent, ne fait qu'introduire de la vapeur vive dans le réservoir intermédiaire.

Les appareils Holden pour brûler les résidus de pétrole sont placés sous la plate-forme du mécanicien. Les réservoirs de pétrole, montés sur la chaudière, en avant de l'abri, ont une contenance de 520 kilogrammes; les soutes à houille, placées à l'arrière de la plate-forme, contiennent 700 kilogrammes, et les soutes à eau, fixées contre les longerons et en dessous du tablier, ont une capacité de 2,750 litres.

Un serpentin permet de chauffer les résidus de pétrole et d'en augmenter la fluidité.

Cette locomotive est munie d'un appareil d'attelage et de tamponnement central. Le tampon a la forme d'une tulipe renfermant le crochet d'attelage mobile autour d'un axe horizontal. Signalons encore l'application de niveau d'eau à fermeture automatique, de graisseurs de cylindres Kessler et de graisseurs de tiroirs Patrick. L'examen de cette machine se recommandait aux constructeurs ayant à étudier et à fournir des locomotives pour les colonies.

Locomotive-tender, à simple expansion, 2/3, pour voie de 0 m. 60, construite par les ateliers Krauss, à Munich. — Cette machine porte le numéro de fabrication 4403.

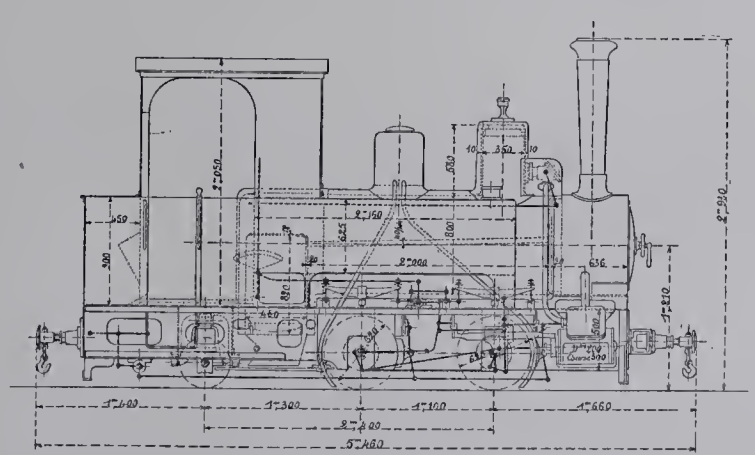


Fig. 73. — Locomotive 2/3, pour voie de 0 m. 60, de Krauss et Cie.

L'enveloppe du foyer est à berceau cylindrique, le ciel plat est supporté par des tirants verticaux. Un tirant transversal rivé à des cornières armature les flancs de l'en-

veloppe. Le châssis de cette locomotive est formé par deux longerons en tôle de 8 millimètres entretoisés par des caissons en tôles et cornières qui constituent des soutes à eau, placées ainsi à l'avant de la machine et entre les roues motrices. Deux autres soutes sont placées sur les côtés. Ces longerons intérieurs sont en deux parties assemblées à l'arrière de la deuxième paire de roues motrices; les parties arrière s'élargissent de façon à présenter un écartement de 1 m. 05 entre les faces intérieures, tandis qu'entre les roues cet écartement n'est que de 484 millimètres. Cette disposition permet d'agrandir considérablement le foyer, dont la grille mesure 820 millimètres de largeur. Les suspensions des deux essieux moteurs sont conjuguées par des balanciers longitudinaux et transversaux; l'arrière de la locomotive est supporté par un bissel articulé à l'avant du foyer et supportant la charge en son milieu par l'intermédiaire de ressorts en spirale. On réalise ainsi une suspension en trois points qui facilite le passage de la locomotive sur les voies mal réglées.

Les cylindres sont extérieurs; la distribution, du type Walschaerts, est également extérieure. L'attelage est central ainsi que le tamponnement. Cette locomotive semble flexible, stable, d'une visite et d'un entretien faciles.

Locomotive-tender, 3/3, à simple expansion, n° 54, des chemins de fer économiques du Sud-Est. — Cette machine, construite dans les ateliers Veuve Corpet et L. Louvet, porte le numéro de fabrication 818. Elle est pour voie de 1 mètre. Son empattement assez réduit (2 m. 10), ses cylindres extérieurs et en porte à faux en avant du premier essieu

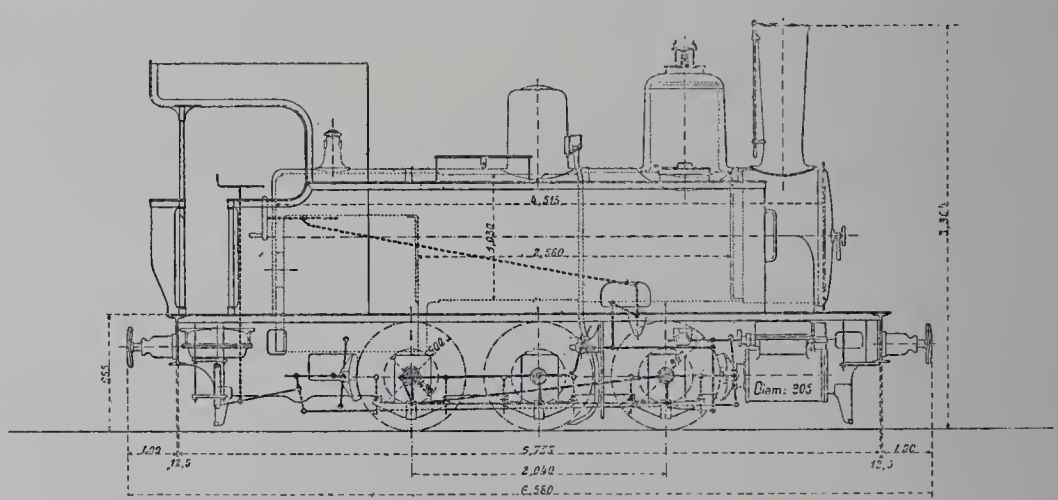


Fig. 74. — Locomotive-tender 3/3, n° 54, des chemins de fer économiques du Sud-Est.

couplé, limitent sa vitesse de marche. La chaudière est du type Crampton. La paroi avant du foyer est à peu près au-dessus de l'essieu d'arrière; le ciel est relié au berceau cylindrique de l'enveloppe par des tirants verticaux. Le châssis est bien entretoisé par un caisson de cylindres en tôles et cornières et par deux tôles verticales placées entre les roues.

La distribution Walschaerts commande des tiroirs placés au-dessus des cylindres et

légèrement inclinés vers le dehors. Les soutes à combustible et à eau sont sur les côtés de la chaudière. L'attelage se compose d'un tampon central, sur la tige duquel est monté, en arrière de la face de la traverse, un balancier horizontal. Une des extrémités de ce balancier porte un crochet et l'autre un tendeur à vis. La bonne exécution de cette machine a été très appréciée.

Locomotive-tender à simple expansion, 3/3, T. V. I. des chemins de fer de l'État (*Réseau à voie étroite de la Vendée*). — Cette locomotive pour voie de 1 mètre a été construite dans les ateliers de Petit-Bourg de la Société nouvelle des établissements Decauville aîné.

La chaudière est du type Crampton; le ciel du foyer, armaturé directement à l'enveloppe par des tirants verticaux, présente une faible inclinaison vers l'arrière. Le foyer est peu profond et la grille légèrement inclinée. Les cylindres sont placés en porte à faux à l'avant du premier essieu couplé, ils sont à l'extérieur des longerons qui eux-mêmes sont en dehors des roues. Le troisième essieu est le moteur.

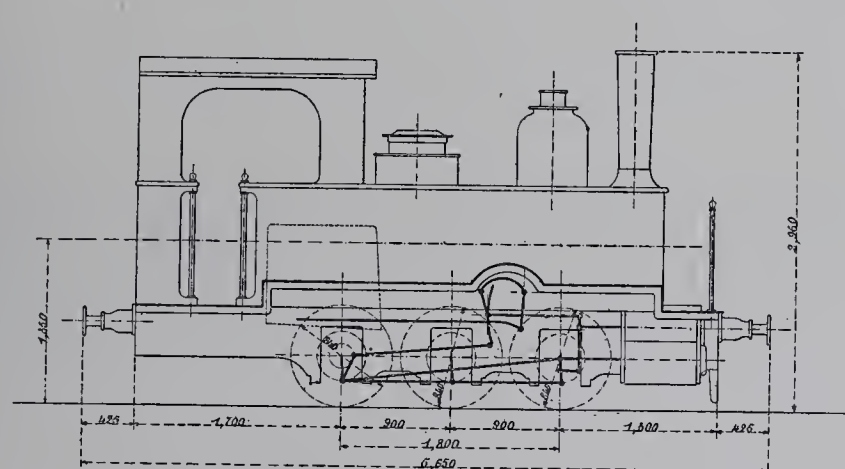


Fig. 75. — Locomotive-tender 3/3, T.V. 1. des chemins de fer de l'Etat. (Tramways de la Vendée.)

La distribution est effectuée par des tiroirs Ricour actionnés par un mécanisme de distribution Walschaerts. Cette locomotive est disposée pour marcher normalement cheminée en arrière, afin de faciliter au mécanicien la surveillance de la voie; à cet effet, les soutes à eau et à combustible sont exclusivement disposées sur les côtés de la chaudière.

Locomotive-tender à simple expansion, 3/3, construite pour le chemin de fer de Toulouse à Boulogne-sur-Gesse. — Cette machine, construite par les ateliers Decauville et destinée à une ligne à voie de 1 mètre, a une longueur totale, à l'extrémité des tampons, de 6 m. 08, l'empattement de ses trois essieux couplés est de 1 m. 72 seulement, son foyer et les cylindres sont montés en porte à faux.

Ce type de locomotive ne peut donc convenir que pour des vitesses de marche assez peu élevées.

La chaudière est du type Crampton. Les longerons sont intérieurs, les cylindres extérieurs et horizontaux. Les pistons attaquent l'essieu d'arrière. La distribution est à

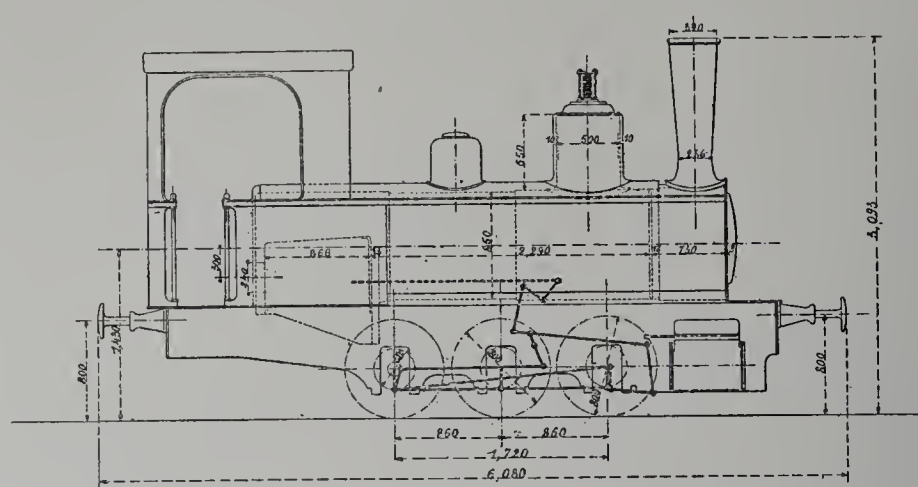


Fig. 76. — Locomotive-tender 3/3 du chemin de fer de Toulouse à Boulogne-sur-Gesse.

tiroirs plans commandés par un mécanisme Walschaerts, les tables sont au-dessus des cylindres et légèrement inclinées. Les soutes à combustible et à eau sont sur les côtés de la chaudière.

Locomotive-tender à simple expansion, 3/4, série U, des chemins de fer de l'État autrichien, pour voie de 0 m. 76. — Cette machine, construite par les ateliers Krauss, à Linz, porte le numéro de fabrication 4402 et est destinée à la ligne de Zillerthal. Elle présente un mode de construction analogue à celui de la machine-tender pour voie de 0 m. 60 exposée par la maison Krauss, de Munich.

La chaudière est de forme Crampton. Le ciel du foyer est suspendu par des tirants légèrement rayonnants au berceau cylindrique. Le foyer, profond et évasé vers le bas dans le sens transversal, a une grille horizontale et un cendrier fermé. La cheminée a un pare-étincelles. L'axe de la chaudière est à une grande hauteur (1 m. 61) pour l'écartement de la voie de 0 m. 76. Le régulateur à tiroir vertical est logé dans le dôme. Les longerons, intérieurs aux roues et écartés de 580 millimètres, s'assemblent en arrière du troisième essieu couplé avec une sorte de cadre, dont les deux côtés, formant continuation des longerons, sont écartés de 1 m. 160. Cette disposition a permis d'élargir le foyer et surtout la grille. Le bissel placé à l'arrière du foyer pivote autour d'un point du châssis de la locomotive placé entre le troisième essieu moteur et l'essieu porteur arrière. Le châssis de ce bissel est relié à sa partie avant à un bâti assemblant entre elles les deux boîtes du troisième essieu moteur. Cet essieu moteur peut prendre un déplacement perpendiculaire au châssis et est, à cet effet, muni de boutons de manivelles sphériques permettant une inclinaison des bielles d'accouplement. Par suite de la liaison produite par un balancier horizontal Helmholtz, tout déplacement de la roue arrière du bissel est suivi d'un déplacement du troisième essieu couplé perpendiculairement au châssis et de

sens inverse. L'essieu du milieu est le moteur; l'essieu d'avant a du jeu transversalement; il est muni, comme le troisième essieu, de tourillons d'accouplement sphériques. Grâce à ces dispositions, cette machine, malgré un empattement de 4 mètres, peut passer dans des courbes de 50 mètres de rayon. Les ressorts de suspension des trois

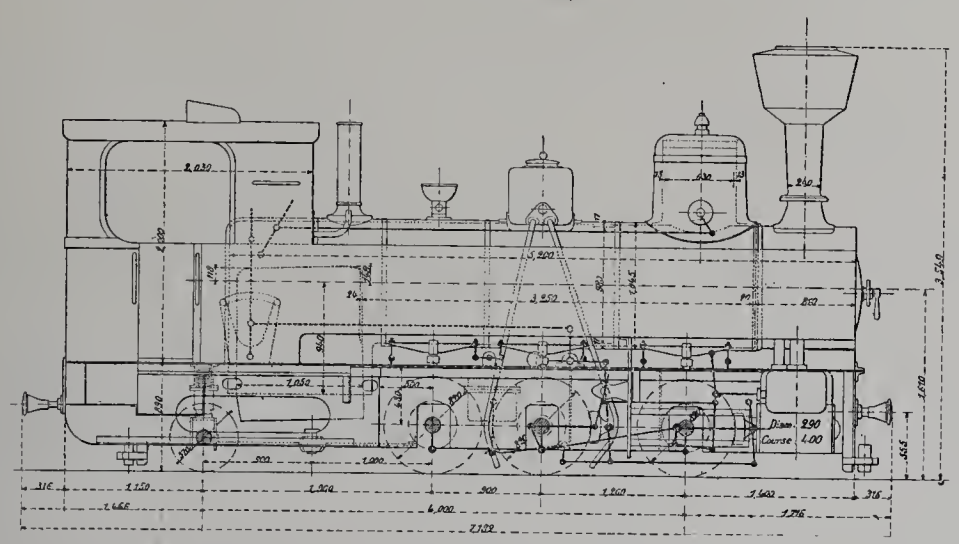


Fig. 77. — Locomotive 3/4 série U de l'Etat autrichien.

essieux couplés sont conjugués par des balanciers longitudinaux et transversaux. Les cylindres sont extérieurs, horizontaux, et montés en avant du premier essieu. La distribution est du type Walschaerts. La tige du tiroir, au lieu d'être guidée par une pièce fixe, est suspendue à une tige oscillante. Les caisses à eau, latérales, sont surélevées afin de dégager les ressorts de suspension. L'attelage est fait par un tampon central, avec maille et broche verticale.

Locomotive-tender, à simple expansion, 4/4, n° 2, de la ligne Gyalar-Vajda-Hunyad. — Cette machine a été construite par la fabrique de machines des chemins de fer de l'État hongrois, à Budapest, pour une ligne de chemin de fer minier transylvanien, à voie de 0 m. 75, qui présente de longues rampes de 25 millimètres et des courbes dont le rayon descend à 100 mètres.

Les constructeurs de cette locomotive ont obtenu la convergence des essieux moteurs extrêmes en faisant une application du dispositif radial, imaginé par MM. Klien et Lindner, dans lequel chacun des deux essieux extrêmes est entouré d'un manchon formé de deux parties réunies l'une à l'autre par un collier. Chacune de ces parties de manchon se termine par un plateau formant corps de roues sur lequel est monté un bandage. Ces deux demi-manchons renferment en leur milieu deux coquilles tournées intérieurement suivant un profil sphérique; ces coquilles sont appuyées par deux ressorts en spirale contre une rotule de 260 millimètres de diamètre tournée au centre de l'essieu. L'ensemble du manchon et des deux roues qu'il porte peut ainsi osciller autour de l'essieu. Celui-ci communique par un taquet son mouvement de rotation au manchon

Ce dernier peut prendre le long de l'essieu un déplacement de 15 millimètres dans chaque sens. Comme dans une machine ordinaire, des ressorts sont interposés entre le bâti de la machine et les boîtes des essieux extrêmes et ceux-ci reportent la charge sur les roues par l'intermédiaire des manchons. Les quatre essieux restent toujours parallèles,

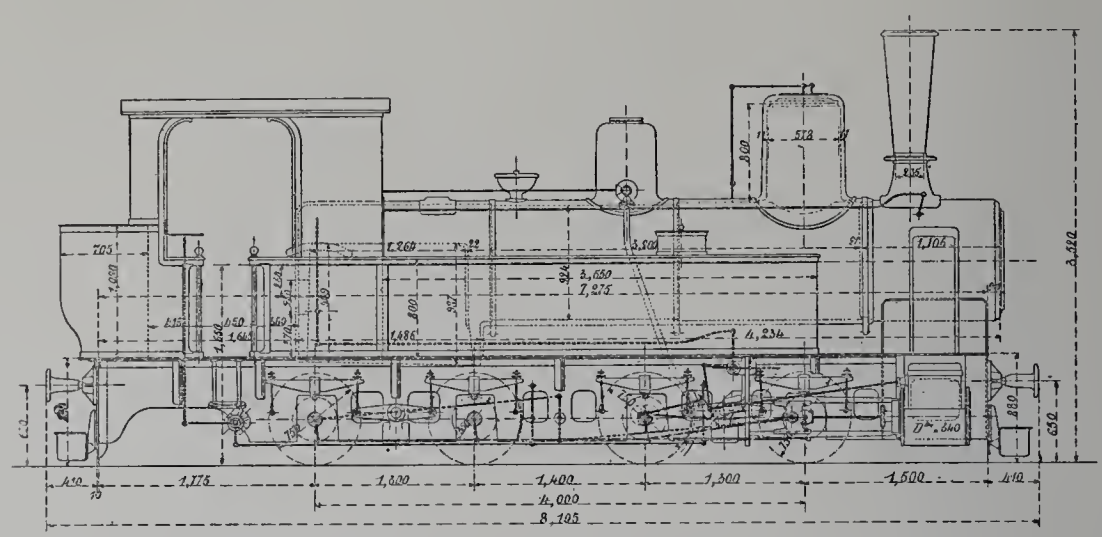


Fig. 78. — Locomotive tender 4/4, n° 2, du chemin de fer de Gyalar-Vajda-Hunyad.

ils sont montés rigidement, tandis que les manchons portant les roues peuvent prendre une position normale à la courbe dans laquelle se trouve engagée la machine. Afin d'assurer la convergence, des balanciers horizontaux avec renvois de mouvement convenables réunissent les deux essieux extrêmes et leur donnent des déplacements égaux et de sens contraire.

La chaudière est du type Crampton. Le ciel du foyer est armaturé directement avec l'enveloppe par des tirants verticaux dont les deux premières rangées sont à dilatation. La grille est presque horizontale, elle est munie d'un cendrier fermé. Le régulateur est placé dans le dôme; celui-ci est muni à sa base d'un séparateur de vapeur du type allemand à cloche. Les longerons, en tôle de 20 millimètres, sont extérieurs aux roues; par suite, les quatre essieux sont munis de manivelles système Hall. Ces longerons sont entretoisés à l'avant par un caisson en tôles et cornières, puis par deux entretoises servant de support à la chaudière. Les suspensions des deux premiers et des deux derniers essieux sont respectivement conjuguées par des balanciers. Les cylindres, extérieurs et horizontaux, sont montés en porte à faux. La distribution, également extérieure, est à coulisse de Stephenson. Les cylindres ayant dû être placés très en avant du premier

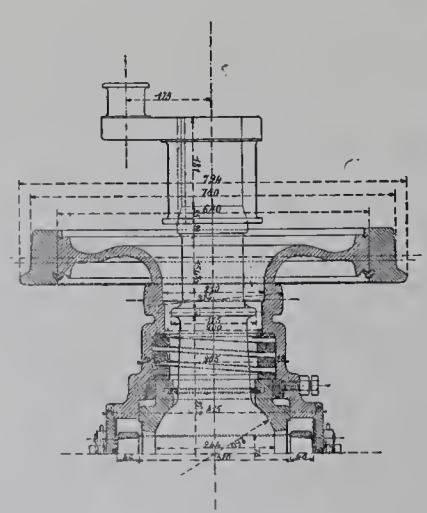
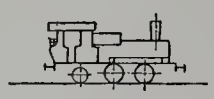


Fig. 79. — Dispositif radial système Klien-Lindner.

essieu couplé, l'essieu moteur étant le second à partir de l'avant, les glissières de têtes de piston sont très longues et les barres d'excentriques très courtes. Les boîtes à huile et les têtes de bielles ont des coins de rattrapage de jeu. Les caisses à eau sont disposées sur les côtés de la chaudière; une soute à houille est à l'arrière de la cabine.

Le tamponnement est central; l'attelage est fait par une maille et deux broches verticales, la maille pénétrant dans l'intérieur des tampons en contact; ces tampons ont une forme en tulipe. Un seul ressort en spirale sert pour le choc et pour la traction.

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.	2/3. 	2/3.	
NUMÉROS D'ORDRE.	1	2	3
Pays de provenance	ALLEMAGNE.	ALLEMAGNE.	FRANCE.
Exposant	Sächsische Maschinenfabrik, à Chemnitz.	Krauss et Cie, à Munich.	Vve Corpet et L. Louvet, à Paris.
Constructeur	Sächsische Maschinenfabrik, à Chemnitz.	Krauss et Cie, à Munich.	Vve Corpet et L. Louvet, à Paris.
Réseau auquel la locomotive est affectée	Indes Néerlandaises (Java).	//	Chemins de fer économiques du Sud-Est.
Numéro de la locomotive	318	//	54
Mode d'utilisation de la vapeur	Compound, 2 cylindres.	Simple expansion.	Simple expansion.
Renvoi à la page du rapport	418	419	420
Grille — Longueur	1m 200	0m 48	1m 080
Grille — Largeur	0 720	0 82	0 634
Grille — Surface	0m2 90	0m2 39	0m2 6847
Boîte à feu — Nature du métal	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
Boîte à feu — Longueur intérieure	1m 106	0m 400	1m 050
Boîte à feu — Largeur intérieure en bas	0 720	0 820	0 634
Boîte à feu — Largeur intérieure en haut	0 750	0 650	0 770
Boîte à feu — Hauteur du ciel au-dessus de la grille à l'avant	1 150	0 740	1 033
Boîte à feu — Hauteur du ciel au-dessus de la grille à l'arrière	1 150	0 740	1 003
Boîte à feu — Épaisseur de la plaque tubulaire à l'endroit des tubes	23mm	20mm	25mm
Corps cylindrique — Longueur (y compris la boîte à fumée)	3m 525	2m 595	3m 259
Corps cylindrique — Diamètre moyen	0 940	0 800	1 030
Corps cylindrique — Épaisseur de la tôle	11mm	10mm	15mm
Corps cylindrique — Nature du métal	Acier doux.	Acier doux.	Acier doux.
Corps cylindrique — Épaisseur de la plaque tubulaire de boîte à fumée	20mm	20mm	22mm
Corps cylindrique — Hauteur de l'axe au-dessus du rail	1m 870	1m 210	1m 600
Corps cylindrique — Timbre	12k 65	12k	12k 5
Capacité de la chaudière — Volume d'eau avec 0m 10 au-dessus du ciel du foyer	1m3 450	0m3 710	1m3 570
Capacité de la chaudière — Volume à vapeur	0 500	0 330	0 700
Tubes — Type	Lisses.	Lisses.	Lisses.
Tubes — Nombre	120	60	119
Tubes — Longueur entre les plaques tubulaires	2m 550	2m 000	2m 560
Tubes — Diamètre extérieur	41mm	44mm	48mm
Tubes — Diamètre intérieur	36	40	44

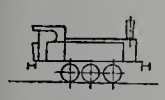
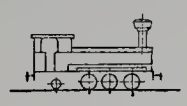
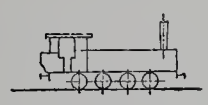
TENDER. (Colonnes 1 à 7.)

3/3.		3/4.	4/4.
4	5	6	7
FRANCE.	FRANCE.	AUTRICHE.	HONGRIE.
Chemins de fer de l'État.	Société nouvelle des établissements Decauville aîné.	Krauss et Cie, à Linz-sur-Danube.	Société des Chemins de fer de l'État.
Société nouvelle des Établissements Decauville aîné.	Société nouvelle des établissements Decauville aîné.	Krauss et Cie, à Linz-sur-Danube.	Société des Chemins de fer de l'État.
Tramways de la Vendée.	Toulouse à Boulogne-sur-Gesse.	État autrichien, Zillertahlbahn.	Gyalar-Vajda-Hunyad.
TV n° 1.	//	Série U.	2
Simple expansion.	Simple expansion.	Simple expansion.	Simple expansion.
421	421	422	423
0m 919	0m 860	1m 05	1m 322
0 714	0 630	0 95	0 684
0m2 65	0m2 542	1m2 00	0m2 90
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
0m 890	0m 854	1m 00	1m 264
0 714	0 638	0 95	0 684
0 700	0 670	0 77	0 730
0 860	0 855	0 965	0 987
0 660	0 660	0 935	0 949
30mm	23mm	24mm	22mm
2m 232	2m 968	4m 000	4m 234
0 831	0 850	0 980	0 924
13mm	11mm	11mm	12mm
Acier.	Acier.	Acier doux.	Acier doux.
25mm	18mm	20mm	21mm
1m 350	1m 430	1m 610	1m 650
15k	12k	12k	12k
0m3 525	1m3 153	1m3 800	1m3 600
0m 610	0 372	0 850	0 670
A ailettes.	Lisses.	Lisses.	Lisses.
64	76	103	101
1m 660	2m 290	3m 250	3m 200
50mm	45mm	44mm	44mm
45	41	39	38mm 1/2

VOIES ÉTROITES. — LOCOMOTIVES-

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.		2/3.	2/3.	
NUMÉROS D'ORDRE.		1	2	3
Surface de chauffe.	du foyer	4^{m2} 70	2^{m2} 00	4^{m2} 20
	des tubes à l'intérieur	34 60	15 10	45 93
	totale	39 30	17 10	50 13
Châssis.	Type	Intérieur.	Intérieur.	Intérieur.
	Écartement intérieur des longerons à l'avant	0^m 920	0^m 484	0^m 835
	Écartement intérieur des longerons à l'arrière	0 920	1 050	0 835
	Longueur totale à l'extrémité des tampons	7 680	5 460	6 580
Mouvement et distribution.	Nombre de cylindres	HP. 1 / BP. 1	2	2
	Diamètre des cylindres	280^{mm} / 415^{mm}	200^{mm}	305^{mm}
	Course des pistons	400 / 400	300	450
	Volume des espaces morts	2^l 4 / 3^l 9	1^l 89	4^l 40
	Volume du réservoir intermédiaire	72^l 9	—	—
	Entre-axe des cylindres	0^m 436	1^m 020	1^m 520
	Longueur de la bielle motrice	1^m 550 / 1^m 550	1 150	2 100
	Système de distribution	Walschaerts.	Walschaerts.	Walschaerts.
	Type du tiroir de distribution	Allan-Trick.	Plan.	Plan.
Roues.	Nombre total	6	6	6
	Nombre de roues accouplées	4	4	6
	Entre-axe des roues extrêmes	3^m 600	2^m 400	2^m 040
	De l'axe de la roue d'Æ à l'axe du bogie	—	—	—
	Diamètre au contact des roues porteuses	0^m 760	0^m 430	—
	Diamètre au contact des roues motrices	1 050	0 620	0^m 900
	Disposition spéciale pour le passage en courbe	—	Bissel Æ.	—
Poids.	de la machine à vide	19,480^k	8,000^k	18,000^k
	total de la machine en ordre de marche	25,260	10,600	22,265
	adhérent	16,960	8,000	22,265
Frein.	Type	Frein à main.	A levier.	A vis et à vide Soulerin.
	Nombre de roues freinées	4	4	4
Capacité.	des soutes à eau	2,750^k	1,260^k	2,025^l
	des soutes à combustible	Charbon, 700^k Pétrole, 520^k	480^k	470^k

TENDER. (Colonnes 1 à 7.) [Suite et fin.]

3/3.		3/4.	4/4.
			
4	5	6	7
3^{m2} 00 25 00 28 00	2^{m2} 60 23 23 25 83	4^{m2} 12 41 01 45 13	4^{m2} 38 44 23 48 61
Intérieur.	Intérieur.	N intérieur, R extérieur.	Extérieur.
1^{m} 230 1 230	0^{m} 860 0 860	0^{m} 85 1 16	1^{m} 000 1 000
5 650	6 080	7 182	8 105
2 230^{mm} 360 0^{l} 85	2 250^{mm} 320 0^{l} 589	2 290^{mm} 400 2^{l}	2 340^{m} 350 3^{l} N, 2^{l} 3 R.
—	—	—	—
1^{m} 780	1^{m} 375	1^{m} 254	1^{m} 640
1 787 Walschaerts.	1 860 Walschaerts.	1 150 Walschaerts.	1 200 Stephenson.
Cylindrique Ricour.	Plan.	Plan.	Plan.
6	6	8	8
6	6	6	8
1^{m} 800	1^{m} 720	4^{m} 000	4^{m} 000
—	—	—	—
—	—	0^{m} 570	—
0^{m} 840	0^{m} 800	0 820	0^{m} 750
—	—	Truck Krauss combinant l'essieu accouplé R et l'essieu porteur.	Essieu à rotule Klien Lindner N et R.
14,500^{k}	11,500^{k}	18,250^{k}	18,300^{k}
17,300 17,300	14,300 14,300	24,500 20,000	24,000 24,000
A vide Clayton.	A vide Soulerin.	A main et à vide automatique.	A main.
4	4	4	4
1,600^{k}	1,700^{k}	3,200^{k}	3,200^{k}
500^{k}	400^{k}	1,200^{k}	1,500^{k}

III

LOCOMOTIVES SPÉCIALES.

Locomotive-tender à simple expansion, 2/2, construite par la Société des ateliers de construction de la Meuse. — Cette locomotive, qui porte le numéro de fabrication 1545, est destinée à faire le service de lignes industrielles à voie normale. C'est la seule machine montée sur deux essieux seulement qui figurait à l'Exposition.

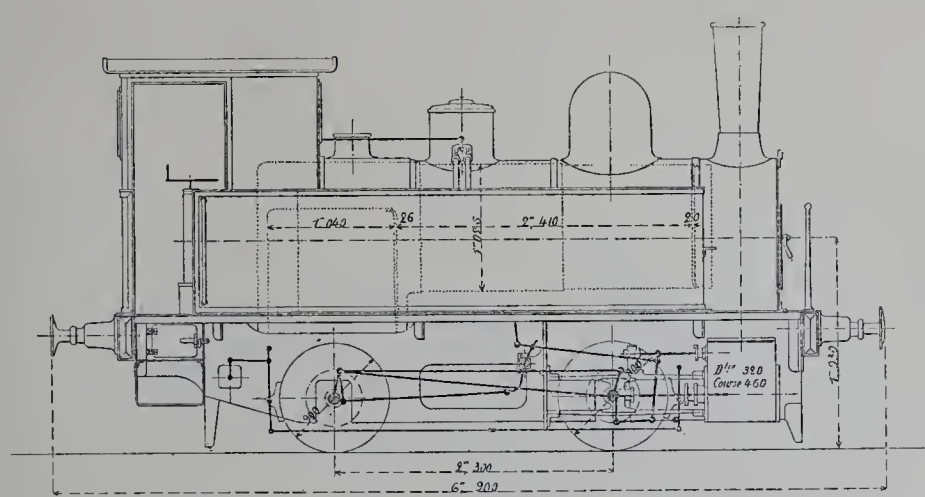


Fig. 80. — Locomotive-tender 2/2 des Bteliers de la Meuse.

Sa chaudière est à foyer Belpaire, peu profond, à grille horizontale avec cendrier fermé. Les longerons sont intérieurs. Les deux cylindres extérieurs et horizontaux sont placés à l'avant et actionnent l'essieu arrière. La distribution est du type Walschaerts et le changement de marche à levier. Les soutes à eau, placées sur les côtés de la chaudière, ont une contenance de 3,000 litres. La capacité de la soute à charbon est de 0 m³ 600.

Locomotive de tramway, à simple expansion, 3/3, n° 22, de la Compagnie nouvelle de Lyon-Neuville et extension, à voie de 1 m. 435. — Cette machine, construite par les ateliers de Winterthur, numéro de construction 1268, reproduit un type déjà ancien, dont la société suisse a livré environ trois cents exemplaires. Elle est à trois essieux, tous couplés et commandés par des balanciers, les deux cylindres étant au-dessus des roues; le mécanisme et une partie de la chaudière sont abrités par des tôles contre la poussière et la boue. Ces locomotives ont une apparence les rapprochant des véhicules des tramways, ce qui diminue le risque d'effrayer les animaux.

La chaudière timbrée à 14 kilogrammes est du type Crampton; le ciel du foyer est armaturé directement avec l'enveloppe par des tirants rayonnants. La grille horizontale est munie d'un cendrier fermé. L'échappement est fixe. Les longerons sont extérieurs

aux roues et sont reliés par des entretoises en tôles et cornières supportant une caisse à eau de 1,650 litres de capacité placée au-dessous de la chaudière. Les boudins des bandages de l'essieu du milieu sont supprimés. Sur les trois essieux sont montées des manivelles extérieures. Les cylindres sont placés au milieu du châssis et au-dessus du tablier; ils commandent les roues par l'intermédiaire d'un balancier de renvoi vertical qui se trouve à l'une des extrémités de la machine; cette disposition, due à M. Brown, permet de remonter le mécanisme, de faciliter ainsi sa visite et d'éviter les avaries dues à la boue et aux chocs d'objets placés sur le sol.

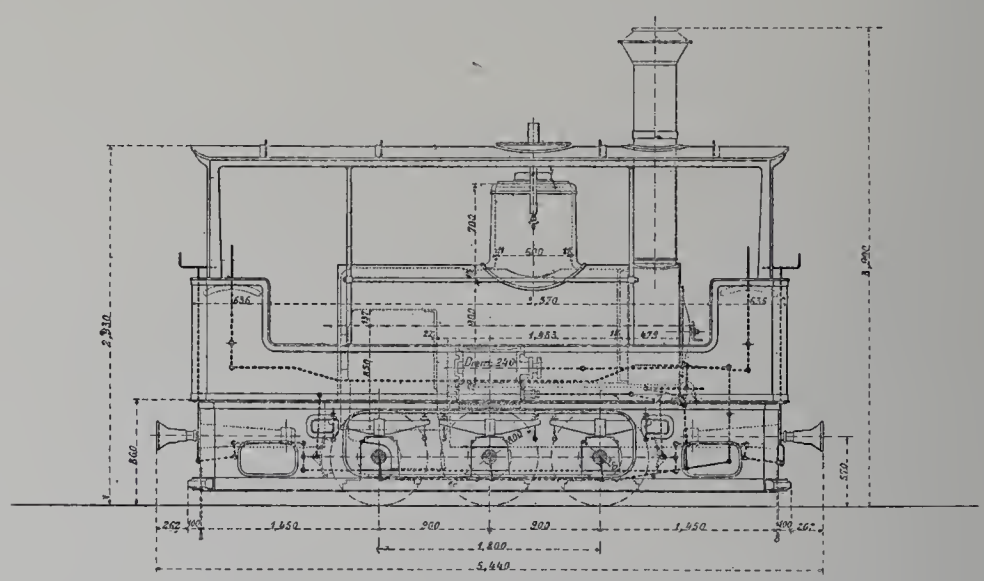


Fig. 81. — Locomotive de tramway 3/3, n° 22, de la Compagnie nouvelle de Lyon-Neuville et extension.

Le régulateur, à tiroir cylindrique équilibré, est placé en dehors du dôme; celui-ci contient un séparateur de vapeur. Les leviers de commande du mécanisme de relevage et du régulateur sont en double, de telle sorte que le mécanicien peut se placer sur l'une ou l'autre des plates-formes disposées aux deux extrémités de la machine.

Cette locomotive peut passer dans des courbes de 50 mètres de rayon et atteindre une vitesse de pleine marche de 30 kilomètres à l'heure.

Locomotive à adhérence, 3/4, et à crémaillère, n° 596 (*Classe Fz*), des chemins de fer royaux de Wurtemberg. — Cette machine, construite par la Maschinenfabrik d'Esslingen (précédemment Émil Kessler), porte le numéro de fabrication 3160. Elle est destinée au service d'une ligne à voie normale dont la partie à adhérence renferme des rampes de 22.2 millimètres et des courbes de 300 mètres de rayon; la partie à crémaillère Riggenbach, d'une longueur de 1 kilom. 8, présente une rampe continue de 100 millimètres et des courbes de 280 mètres de rayon.

Portée sur quatre essieux, dont trois accouplés et un porteur à déplacement radial à l'avant, cette machine est munie de deux mécanismes moteurs indépendants actionnant l'un les six roues à adhérence et fonctionnant même sur les sections à crémail-

lère, l'autre, les roues dentées, et ne fonctionnant que sur les sections à crémaillère; la chaudière est du type Crampton, le ciel du foyer est armaturé directement à l'enveloppe par des tirants verticaux, dont les trois premières rangées sont remplacées par de courtes fermes longitudinales. Le ciel du foyer est abaissé vers l'arrière de 120 millimètres, de façon à diminuer les chances de découvrement quand la machine descend les rampes; pour la même raison, les tubes présentent une inclinaison vers l'avant. Le foyer a un cendrier fermé et une grille inclinée de 15 degrés.

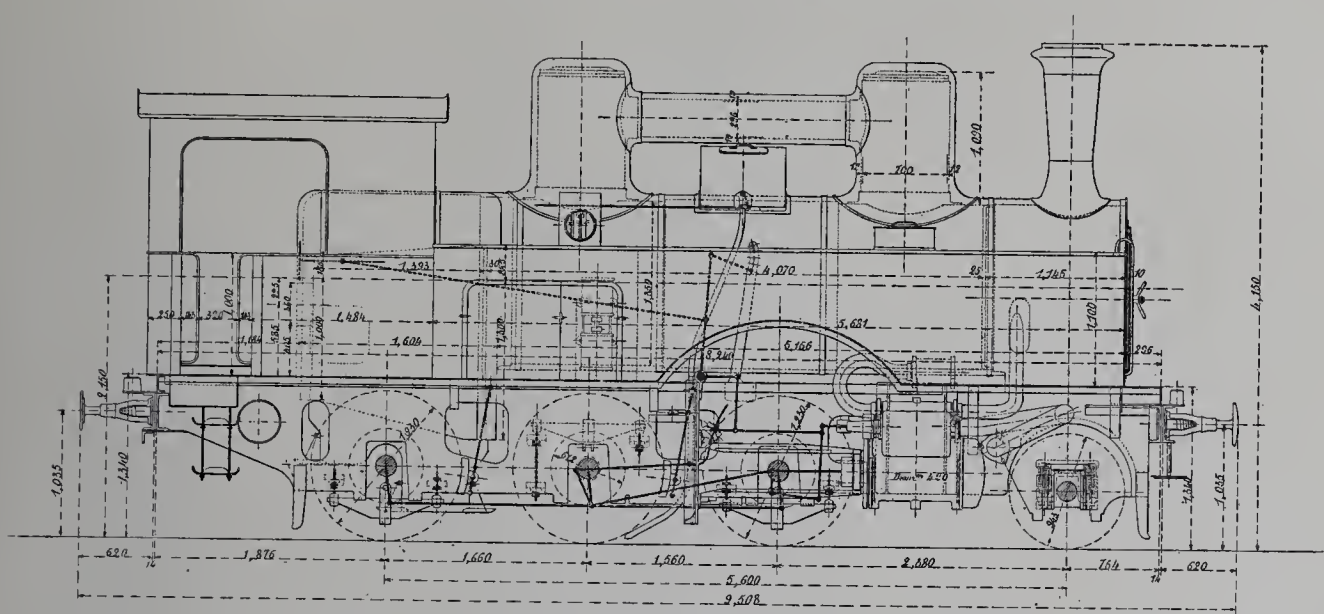


Fig. 82. — Locomotive à crémaillère et à adhérence 3/4, n° 596, des chemins de fer royaux du Wurtemberg.

La chaudière est munie de deux dômes réunis par un collecteur de 296 millimètres de diamètre; à la base de chaque dôme, sont disposés des déflecteurs destinés à prévenir les entraînements d'eau. Le régulateur à tiroir vertical est dans le dôme d'avant. Le châssis est constitué par deux longerons intérieurs en tôle de 25 millimètres entretoisés par des tôles et cornières et par le groupe des deux cylindres intérieurs coulés d'une seule pièce, actionnant le mécanisme de la crémaillère. Ces deux cylindres commandent un arbre à manivelles en deux pièces sur lequel est calé un pignon de quinze dents engrenant avec deux roues dentées de 36 dents qui sont en prise avec la crémaillère. Ces roues sont montées folles sur les premier et deuxième essieux, et ont latéralement un certain jeu pour faciliter le passage en courbe. Le mécanisme actionnant les roues dentées de la crémaillère présente cette particularité qu'il ne comporte pas de glissières de tête de piston, le guidage de la tête a lieu par un parallélogramme. Cette disposition a été adoptée en raison du peu d'espace dont on disposait au-dessous de la chaudière. Le mécanisme de distribution est du type Walschaerts pour les cylindres extérieurs et radial pour les cylindres intérieurs. Les cylindres à adhérence sont à l'extérieur des longerons, en arrière de l'essieu radial porteur. Leurs pistons actionnent l'essieu du milieu. Les quatre cylindres peuvent fonctionner soit

IMPRIMERIE NATIONALE.

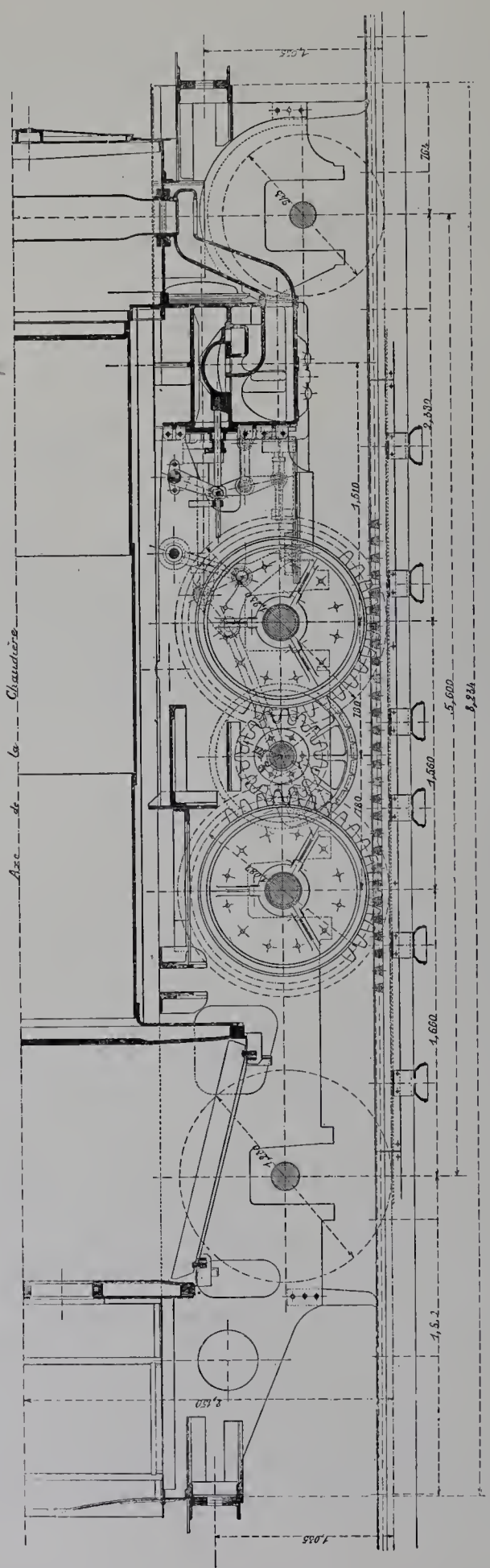
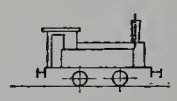
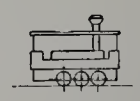
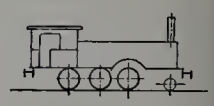


Fig. 83. — Ensemble du mouvement à crémaillère de la locomotive 3/4, n° 596.

avec la vapeur prise directement à la chaudière, soit en compound, la vapeur travaillant d'abord dans les cylindres extérieurs et se rendant ensuite dans les cylindres intérieurs. Cette combinaison a pu être réalisée en raison de la plus grande vitesse des pistons de ces derniers cylindres. La double expansion se produit comme si le rapport des volumes des cylindres B. P. et H. P. était effectivement égal à 2,27. L'appareil de mise en fonctionnement compound est placé entre les cylindres intérieurs. Cette machine est munie de trois freins : un frein à air, un frein de sûreté agissant sur la grande roue dentée arrière et un frein à main agissant à la fois sur les sabots et sur les disques calés sur l'arbre à manivelles du pignon. Pendant le fonctionnement du frein à air, le changement de marche est renversé; une soupape ferme la colonne d'échappement à sa base, empêchant les gaz de la combustion de pénétrer dans les cylindres et permettant à ceux-ci d'aspirer de l'air frais. De l'eau est alors injectée dans les quatre cylindres. Le mélange d'air comprimé et de vapeur passe par une soupape que le mécanicien manœuvre à la main de façon à régler la contre-pression et par suite la vitesse du train. Cette disposition est une réminiscence du frein de Bergue. La locomotive est en outre pourvue des appareils Westinghouse et Héberlein pour actionner les freins des véhicules du train. Signalons l'application de l'indicateur de vitesse Hausshaelter et d'une cloche à vapeur, montée sur le toit de la cabine. Les soutes à eau et à charbon sont sur les côtés de la chaudière. Cette locomotive peut remorquer sur la rampe de 22.2 millimètres, par simple adhérence, 120 tonnes à la vitesse de 40 kilomètres et 185 tonnes à la vitesse de 20 kilomètres. Sur la section à crémaillère, en rampe de 100 millimètres, une charge de 90 tonnes peut être remorquée à la vitesse de 10 kilomètres. Des machines du même type sont en service depuis 1894 sur la ligne de Reutlinger-Munsingen, qui comporte une rampe de 100 millimètres sur 2,100 mètres, et sur la ligne de Frendenstadt-Kloster-Reichenbach, également en Wurtemberg. La fabrique d'Esslingen s'est fait une spécialité de la fabrication des locomotives à crémaillère; elle en a livré environ une centaine, dont une partie a été exportée dans les Indes néerlandaises, au Japon et dans l'Afrique du Sud.

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.			
NUMÉROS D'ORDRE.	1	2	3
Pays de provenance	BELGIQUE.	SUISSE.	ALLEMAGNE.
Exposant	SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTION DE LA MEUSE.	SOCIÉTÉ SUISSE DE CONSTRUCTION, à Winterthur.	FABRIQUE DE MACHINES D'ESSLINGEN.
Constructeur	SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTION DE LA MEUSE.	SOCIÉTÉ SUISSE DE CONSTRUCTION, à Winterthur.	FABRIQUE DE MACHINES D'ESSLINGEN.
Réseau auquel la locomotive est affectée	//	Lyon-Neuville.	Wurtemberg.
Numéro de la locomotive	//	T. L. N. n° 22.	596
Mode d'utilisation de la vapeur	Simple expansion.	Simple expansion.	Compound, 4 cylindres.
Renvoi à la page du rapport	431	431	432
Grille. Longueur	1^m 047	0^m 69	1^m 40
Grille. Largeur	0 956	0 77	0^m 996
Grille. Surface	1^{m2} 00	0^{m2} 53	1^{m2} 40
Boîte à feu. Nature du métal	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
Boîte à feu. Longueur intérieure	1^m 040	0^m 650	1^m 376
Boîte à feu. Largeur intérieure en bas	0 956	0 820	0 996
Boîte à feu. Largeur intérieure en haut	0 918	0 750	1 05
Boîte à feu. Hauteur du ciel au-dessus de la grille à l'avant	1 000	0 900	1 490
Boîte à feu. Hauteur du ciel au-dessus de la grille à l'arrière	1 000	0 900	1 035
Boîte à feu. Épaisseur de la plaque tubulaire à l'endroit des tubes	26^{mm}	22^{mm}	30^{mm}
Corps cylindrique. Longueur (y compris la boîte à fumée)	3^m 015	1^m 980	5^m 240
Corps cylindrique. Diamètre moyen	1 026	0 900	1 350
Corps cylindrique. Épaisseur de la tôle	13^{mm}	13^{mm}	16^{mm}
Corps cylindrique. Nature du métal	Acier.	Acier doux.	Acier doux.
Corps cylindrique. Épaisseur de la plaque tubulaire de boîte à fumée	20^{mm}	18^{mm}	25^{mm}
Corps cylindrique. Hauteur de l'axe au-dessus du rail	1^m 930	1^m 470	2^m 150
Corps cylindrique. Timbre	12^k	14^k	14^k
Capacité de la chaudière. Volume d'eau avec 0^m 10 au-dessus du ciel du foyer	1^{m3} 400	0^{m3} 750	4^{m3} 575
Capacité de la chaudière. Volume de vapeur	0 650	0^m 360	2 010
Tubes. Type	Lisses.	Lisses.	Lisses.
Tubes. Nombre	133	131	201
Tubes. Longueur entre les plaques tubulaires	2^m 410	1^m 483	4^m 070
Tubes. Diamètre extérieur	45^{mm}	38^{mm}	45^{mm}
Tubes. Diamètre intérieur	40	34	41

SPÉCIALES.

SÉRIE DES LOCOMOTIVES.			
NUMÉROS D'ORDRE.	1	2	3
Surface de chauffe — du foyer	4^{m2} 70	2^{m2} 80	7^{m2} 02
Surface de chauffe — des tubes à l'intérieur	45 30	23 20	105 36
Surface de chauffe — totale	50 00	26 00	112 38
Châssis — Type	Intérieur.	Extérieur.	Intérieur.
Châssis — Écartement intérieur des longerons — à l'avant	1^{m} 308	1^{m} 566	1^{m} 260
Châssis — Écartement intérieur des longerons — à l'arrière	1 308	1 566	1 260
Châssis — Longueur totale à l'extrémité des tampons	6 900	5 440	9 508
			HP. ADHÉRENCE. / HP. CRÉMAILLÈRE.
Mouvement et distribution — Nombre de cylindres	2	2	2 / 2
Mouvement et distribution — Diamètre des cylindres	320^{mm}	240^{mm}	420^{mm} / 420^{mm}
Mouvement et distribution — Course des pistons	460	350	612 / 540
Mouvement et distribution — Volume des espaces morts	2^{l}	0^{l} 81	6^{l} 5 / N 5^{l} 2 R 7^{l} 8
Mouvement et distribution — Volume du réservoir intermédiaire	—	—	254^{l}
Mouvement et distribution — Entre-axe des cylindres	1^{m} 948	1^{m} 770	2^{m} 000 / 0^{m} 720
Mouvement et distribution — Longueur de la bielle motrice	2 300	0 925	1 500 / 1 070
Mouvement et distribution — Système de distribution	Walschaerts.	Brown.	Walschaerts. / Radiale.
Mouvement et distribution — Type du tiroir de distribution	Plan.	Plan.	Trick.
Roues — Nombre total	4	6	8
Roues — Nombre de roues accouplées	4	6	6
Roues — Entr-axe des roues extrêmes	2^{m} 300	1^{m} 800	5^{m} 600
Roues — De l'axe de la roue d'R à l'axe du bogie	—	—	—
Roues — Diamètre — au contact des roues porteuses	—	—	0^{m} 943
Roues — Diamètre — au contact des roues motrices	0^{m} 900	0^{m} 800	ADHÉRENCE. 1^{m} 230 / CRÉMAILLÈRE. 1^{m} 082
Roues — Disposition spéciale pour le passage en courbe	—	—	Essieu radial.
Poids — de la machine à vide	18,500^{k}	14,000^{k}	43,725^{k}
Poids — total de la machine en ordre de marche	24,000	17,000	54,125
Poids — adhérent	24,000	17,000	42,000
Frein — Type	A main et à vapeur.	Automatique Hardy.	Voir la notice.
Frein — Nombre de roues freinées	4	4	—
Capacité — des soutes à eaux	2,800^{k}	1,650^{k}	4,000^{k}
Capacité — des soutes à combustible	575	500	1,200

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Les locomotives présentent, selon le pays où elles sont étudiées et construites, des caractères particuliers d'une façon beaucoup plus nette que ne le font les voitures et les wagons. Aussi nous a-t-il paru bon de ne pas suivre complètement le même programme pour la présentation des observations générales que nous a suggérées l'étude de ces diverses catégories de matériel.

Nous examinerons donc tout d'abord les caractères généraux du groupe des locomotives provenant d'un même pays, en cherchant à dégager les tendances que cet examen révèle; puis nous indiquerons les conclusions générales déduites du rapprochement de toutes nos constatations, en considérant successivement les diverses parties constitutives des locomotives.

Locomotives françaises. — La section française comptait dix-neuf locomotives à vapeur, en y comprenant la locomotive construite par la Société des Batignolles pour le Sénégal; mais, parmi ces locomotives, se trouvait la machine construite par la Compagnie de Fives-Lille pour l'Est chinois, sur des dessins russes, et la machine commandée aux établissements Baldwin par l'administration des chemins de fer de l'État.

Sur ce nombre, dix locomotives étaient des compound. Si l'on considère uniquement les locomotives exposées par les six grandes compagnies françaises, on voit que, sur 10 locomotives, 8 sont des compound, dont 7 à quatre cylindres; la huitième machine, qui est à deux cylindres, résulte de la transformation d'une locomotive d'ancien type.

Des deux machines à simple expansion, l'une avait été exposée en 1889 et figurait à Vincennes dans un intérêt surtout historique; l'autre est une locomotive-tender destinée à des services divers de messageries ou d'embranchements.

Si nous examinons la situation française au delà de l'enceinte de l'Exposition, nous reconnaissons que les six grandes compagnies se trouvent avoir, pour le moment, suffisamment de locomotives d'anciens types pour assurer les services des lignes secondaires, et que les nouvelles machines, étant destinées aux lignes principales, doivent être aussi puissantes que possible. Par la nature de leur service, ces machines sont très bien utilisées, font de grands parcours et ont peu de stationnements.

Toutes les conditions se trouvent donc réunies pour justifier l'adoption du type compound à quatre cylindres, qui, quelque peu plus coûteux de construction et d'entretien, procure alors le maximum de puissance pour un poids donné et une notable économie de combustible.

Afin de préciser les tendances françaises au sujet des compound à quatre cylindres destinées aux trains de grande vitesse, nous avons résumé, dans le tableau ci-après, les principales dimensions des six machines exposées. Ce tableau montre que la plus grande

puissance de la locomotive Atlantic, du Nord, provient surtout de sa chaudière et de son foyer :

DÉSIGNATION DES LOCOMOTIVES (COMPOUND À 4 CYLINDRES).	TIMBRE.	SURFACE DE GRILLE.	SURFACE TOTALE DE CHAUFFE.	CYLINDRES.	DIAMÈTRE DES ROUES MOTRICES.	POIDS TOTAL EN SERVICE.	POIDS ADHÉRENT.
LOCOMOTIVES 2/4.							
Midi O. 765	14	2^{m2} 46	173^{m2}	$\frac{350}{550} \times 640$	2^{m} 130	54^{t} 0	32^{t} 8
P.-L.-M. C. 91	15	2 48	189	$\frac{340}{540} \times 620$	2 000	55 5	33 5
Ouest 533	14	2 40	133	$\frac{340}{530} \times 640$	2 040	51 3	32 5
P. O. C. 20	15	2 46	193	$\frac{350}{550} \times 640$	2 130	55 0	33 0
Est 2411	16	2 52	207	$\frac{350 \times 640}{550 \times 660}$	2 050	58 0	34 0
LOCOMOTIVE 2/5.							
Nord 2642	16	2 74	211	$\frac{340}{560} \times 640$	2 040	64 0	33 0

Toutes ces machines sont très analogues de construction, notamment elles ont toutes des foyers Belpaire.

Locomotives allemandes. — L'Empire d'Allemagne est, de tous les pays étrangers, celui dont l'exposition de locomotives a été la plus importante.

Les quatorze locomotives réunies à Vincennes étaient toutes intéressantes, bien étudiées et d'une bonne exécution ; elles montraient que les ingénieurs allemands ne reculent pas devant une certaine complication pour atteindre une solution théoriquement exacte (systèmes de convergence Hagans et Klose, pour le passage en courbe, essieu moteur auxiliaire Krauss, etc.). Ces ingénieurs se préoccupent de la stabilité générale et de l'équilibrage des masses en mouvement (compound von Borries, machine-express de Krauss); ils n'hésitent pas à prendre au dehors les dispositions qu'ils jugent bonnes (compound articulée Mallet construite par Maffei, locomotive Atlantic de Chemnitz présentant certaines dispositions américaines); enfin, lorsqu'ils produisent des locomotives pour l'exportation, ils étudient dans quelles conditions elles devront fonctionner, et ils fabriquent des machines répondant à ces conditions (locomotive-tender de Chemnitz pour les Indes néerlandaises).

Nous constaterons que l'Union technique des chemins de fer allemands, qui a eu une si heureuse influence pour le développement de la science des chemins de fer dans toutes ses branches, s'est bien gardée de prescrire des types qui eussent arrêté les progrès. Des normes sont certainement utiles pour assurer l'échange du matériel entre les divers

réseaux, pour un certain nombre de pièces communes, mais leur multiplicité est dangereuse. De l'étude de l'exposition des locomotives allemandes, il nous paraît ressortir que, par suite de l'adoption des dessins normaux, le matériel des chemins de fer de l'État prussien n'a pas progressé dans la même mesure que le matériel des autres États allemands. On sait que, jusqu'à ce jour, les compound des chemins de fer de l'État prussien sont toutes à deux cylindres seulement.

Les locomotives exposées présentent des dispositions d'ensemble et de détail très variées. Il nous semble cependant possible de dégager de leur examen quelques remarques générales. 10 de ces 14 locomotives étaient des compound, dont 4 à quatre cylindres et 6 à deux. Les pressions de vapeur ne sont pas toujours élevées : deux chaudières seulement sont timbrées à 15 atmosphères; trois à 14, une à 13; les autres sont comprises entre 12 1/2 et 12. Les agents sont abrités dans des cabines, souvent pourvues de sièges et éclairées par des lanternes. Très généralement, les chaudières sont du type Crampton; le ciel du foyer est suspendu au berceau cylindrique par des tirants verticaux; fréquemment, les deux premières rangées de ces tirants sont à dilatation ou sont remplacées par de courtes fermes longitudinales. De forts tirants transversaux assurent toujours la permanence de la forme cylindrique du berceau. Les congés du foyer et de son enveloppe sont à grands rayons. Les foyers sont munis de voûtes en briques et de cendriers fermés. Lorsque la disposition générale de la machine le permet, les grilles devant brûler des houilles bitumineuses sont fortement inclinées. Des diaphragmes sont disposés dans les dômes pour réduire les entraînements d'eau. Le diamètre au contact des roues des locomotives express ne dépasse pas 1 m. 980. Toutes les machines ont leurs longerons à l'intérieur des roues; il en est de même pour les longerons des bogies. Les ressorts de suspension sont généralement conjugués par des balanciers longitudinaux. Deux machines seulement ont leurs cylindres à l'intérieur; trois locomotives à quatre cylindres ont deux cylindres à l'extérieur et deux à l'intérieur; neuf machines sont à deux cylindres extérieurs. Les glissières des boîtes à huile et les têtes des bielles, soit motrices, soit d'accouplement, sont pourvues de coins ou de clavettes de rattrapage de jeu. Sauf sur deux machines, toutes les distributions sont du type Walschaerts, désigné en Allemagne sous le nom de son autre inventeur : Heusinger von Waldegg. Les compound ne sont généralement pas pourvues d'appareils d'interception entre les cylindres H. P. et B. P. Les appareils de démarrage sont de types variés. Les tiroirs plans sont partiellement équilibrés (genre Adams). La locomotive de la Société hanovrienne a ses tiroirs H. P. cylindriques; les tiroirs de la locomotive à vapeur surchauffée de la Direction de Berlin, n° 74, sont également cylindriques.

Les locomotives les plus remarquables de l'exposition allemande étaient, avec cette dernière, la locomotive Atlantic de Chemnitz, et surtout la locomotive de la Société hanovrienne, construite sur les plans de M. von Borries.

Locomotives autrichiennes. — La section autrichienne comprenait six locomotives, toutes étudiées et fabriquées avec les soins qui sont depuis longtemps de tradition en

Autriche, mais de construction et surtout d'aspect assez compliqués. De ces machines, quatre sont des compound à deux cylindres, appartenant toutes aux chemins de fer de l'État autrichien. Les deux locomotives à simple expansion appartiennent l'une aux chemins de fer du Nord de l'Empereur Ferdinand; l'autre est pour une ligne à voie de 0 m. 760 exploitée par l'État. En raison de ces destinations, il n'est pas étonnant que ces six machines, bien que sortant de quatre fabriques différentes, présentent de nombreuses dispositions communes.

La pression de vapeur est de 12 kilogrammes pour la petite machine à voie de 0 m.76, de Krauss; de 13 kilogrammes pour quatre machines, dont celle du Nord, et de 14 kilogrammes pour la machine 3/5, série 9, n° 921, étude la plus récente de l'administration des chemins de fer de l'État. Le ciel du foyer est rattaché par des tirants verticaux au berceau cylindrique de l'enveloppe, lequel est lui-même armaturé par des tirants transversaux. Les foyers sont grands, à grille moyennement inclinée (9 degrés), avec voûte et cendrier fermé. Les tuyères d'échappement sont, en général, à orifice variable. Le régulateur du type de l'État, à mouvement extérieur, est à signaler, ainsi que l'emploi de deux dômes, reliés généralement par un tuyau, ou d'un réservoir cylindrique, afin d'augmenter le volume de la vapeur. Sauf dans la machine 921, les longerons et les cylindres sont extérieurs. Les bâtis sont fortement entretoisés. Les suspensions sont conjuguées toutes les fois que la disposition générale le permet. Les bogies sont à longerons intérieurs; seul, celui de la machine 921 est à déplacement transversal. Ils sont suspendus sur quatre ressorts à lames indépendants. Les boîtes à huile et les têtes de bielles ont toutes des coins de réglage. Les pistons ont des contre-tiges. Les mécanismes de distribution sont du type Walschaerts, parfois modifié d'après le dispositif de M. Gölsdorf, dont le système de démarrage est appliqué à toutes les machines exposées par l'État. Notons encore l'emploi exclusif du frein à vide automatique Hardy, de la porte fumivore Marek, de graisseurs Nathan.

Locomotives belges. — Cinq constructeurs belges ont envoyé à Vincennes six locomotives, dont quatre destinées à l'État belge, une à un chemin de fer anglais et la dernière à des lignes industrielles. Ces six machines sont toutes à simple expansion; leur timbre est seulement de 8 à 11 kilogrammes pour les quatre machines de l'État belge et de 10,5 et 12 kilogrammes pour les deux autres. Des quatre machines de l'État, deux sont identiques, d'un type (n° 30) déjà ancien; les deux autres sont des locomotives-tender rappelant des types anglais. Contrairement à toutes les autres nations exposantes, la Belgique n'a pas présenté de types nouveaux; il semble qu'elle subit les influences anglaises presque disparues dans les autres pays. Nous avons regretté l'absence, probablement voulue, de locomotives à grand foyer Belpaire. La présence d'une de ces machines eût été un hommage bien dû à cet éminent ingénieur, qui, en montrant la possibilité de chauffer les chaudières des locomotives avec des poussiers provenant même de houilles maigres et à forte teneur en cendres, a rendu un service d'une valeur considérable aux deux industries des chemins de fer et des mines. C'est à

la suite des études de M. Belpaire que l'emploi des menus s'est introduit, puis répandu en France et que les grands foyers ont été construits aux États-Unis. Les foyers à grande grille, introduits par cet ingénieur vers 1860, ont été successivement employés dans tous les pays, et de nombreuses applications de ces foyers se trouvaient à Vincennes.

Locomotives américaines. — Les trois locomotives américaines exposées à Vincennes provenaient toutes d'un même constructeur, les établissements Baldwin. Elles avaient été construites : deux pour l'État français, la troisième pour le Great Northern anglais; toutefois, ces destinations n'avaient entraîné qu'une seule modification de la pratique habituelle de ces établissements, à savoir le remplacement pour le foyer des tôles d'acier seules employées aux États-Unis par des plaques en cuivre rouge. Ces trois machines donnaient donc une idée nette de la manière de dessiner et de construire les locomotives par les ingénieurs américains : grande simplicité dans la forme des pièces et leur assemblage; ajustage limité aux seules surfaces de frottement. Ce mode de construction répond bien à l'état social en Amérique : le personnel de conduite a une instruction technique moins développée qu'en Europe; la dépense de premier établissement doit être aussi réduite que possible, même s'il en résulte, comme cela est, que la durée des locomotives ne dépasse guère une vingtaine d'années; les détresses, les retards de trains, les accidents même n'ont pas pour le public la même importance qu'en Europe.

Une autre observation importante est la suivante : les trois locomotives exposées ayant une origine commune présentaient des dispositions de détail identiques. Il ne faudrait pas en conclure, comme certaines personnes mal informées le pensent, que l'unité des types existe aujourd'hui aux États-Unis; il n'en est rien : non seulement chacun des grands constructeurs, mais chacun des grands réseaux a créé des types qui diffèrent, et par la disposition d'ensemble, et par les dispositions de détail. Les seuls traits communs sont la simplicité des formes et de la construction. Le longeron en barres de section carrée tend lui-même à se modifier, en prenant, soit à l'avant, soit à l'arrière de la locomotive, la forme plate du longeron européen. Toutefois, les Américains proscrivent toujours l'essieu coudé; les cylindres restent à l'extérieur du bâti et sont, sauf pour les machines de gare et de renfort sur les rampes, précédés d'un bogie ou tout au moins d'un bissel. Les trains à voyageurs ne sont remorqués qu'exceptionnellement par des machines à un essieu moteur, *single driver* ou *bicycle;* les types usuels sont les machines à deux (*eight wheel* ou *American*) et trois (*ten wheel*) essieux couplés, avec bogie à l'avant, auxquelles sont venues s'ajouter les machines *Columbia* et *Atlantic.* Les locomotives des trains à marchandises sont à trois, quatre et cinq essieux couplés, précédés d'un essieu porteur bissel (types désignés sous les noms de *Mogul, Consolidation* et *Decapod*). A ces types sont encore venus récemment s'en ajouter deux autres : la locomotive *Prairie,* dans laquelle les trois essieux couplés sont précédés d'un bissel et suivis d'un essieu porteur, et la locomotive *Mastodon,* à quatre essieux couplés et à bogie. L'énumération de ces

machines, qui n'étaient représentées à l'Exposition de 1900 que par des photographies, montre qu'au seul point de vue du nombre et de la disposition des essieux les types américains sont devenus nombreux.

Locomotives anglaises. — Des cinq locomotives de construction anglaise, quatre proviennent des ateliers des grandes compagnies, une seule d'un constructeur comptant, d'ailleurs, parmi les plus importants. Cette exposition ne répondait malheureusement pas au développement pris par l'industrie de la construction des locomotives dans la Grande-Bretagne. L'absence de locomotives coloniales était bien regrettable.

Les quatre machines des compagnies et même la locomotive de MM. Neilson et Reid, destinée à l'exportation, ont montré que les Anglais sont conservateurs en toutes choses. Ils recherchent toujours l'extrême simplicité des formes extérieures, facilitées, il faut le dire, par l'emploi presque exclusif des cylindres intérieurs, en cachant sous les enveloppes les tuyauteries et les tringles, même aux dépens de la facilité de l'entretien. Ils blanchissent toutes les pièces du mouvement et de la suspension, ce qui a pour avantage de révéler les commencements de cassures.

Des cinq machines, une seule est compound, celle à quatre cylindres de M. Webb, qui semble ainsi abandonner son type à trois cylindres, du moins pour les locomotives de grande puissance. La pression de vapeur, de 10,8 kilogrammes seulement pour la machine Neilson, varie de 12,7 à 14,2 kilogrammes pour les autres. Toutes les chaudières sont du type Crampton; le ciel du foyer est, selon l'usage anglais, soutenu par des fermes longitudinales, sauf pour la locomotive Neilson, où il a été fait usage de tirants. Les foyers sont profonds; la surface des grilles varie de 1 mq. 91 à 2 mq. 28; toutes les machines ont des cendriers fermés et des voûtes dans le foyer. Les longerons sont doubles dans la machine du Midland, intérieurs pour toutes les autres. Les quatre locomotives des compagnies ont des traverses d'arrière en fonte. Sauf dans la machine du Great Eastern, les boîtes à huile n'ont pas de coins de réglage. Les ressorts de suspension des roues couplées ne sont pas conjugués. Les bogies sont tous à longerons intérieurs aux roues. Les ressorts de suspension à lames sont compris entre les deux flasques d'un balancier dont les deux extrémités chargent les boîtes à huile du bogie. L'avant de la locomotive repose sur un pivot, à surface de portée plane et assez étendue. Ce pivot est, sur les cinq machines, à déplacement latéral réglé par des ressorts. Sur les machines du London and North Western et du North Eastern, ce déplacement se produit dans des glissières circulaires.

Les distributions sont faites par coulisse ou par le dispositif Joy. Nous constatons l'application de tiroirs équilibrés au Great Eastern et de tiroirs cylindriques au Midland. Les bielles d'accouplement sont toujours à bagues. Les faces latérales des abris sont moins développées que sur les machines du continent et aucune compagnie anglaise n'applique d'indicateur de vitesse.

Le tender sur bogies du Midland montre une des rares imitations de la pratique américaine. Les tenders anglais sont très généralement sur trois essieux, avec fond de

la soute à combustible surélevé. Trois des cinq tenders anglais sont munis de l'écope de prise d'eau pendant la marche.

Signalons encore l'agrafage de tous les bandages, par divers dispositifs à talons ou à anneaux Mansell, et l'application très étendue de l'acier moulé pour les entretoisements des longerons de machine et de bogie, les glissières de boîtes à huile, les fermes, etc.

Il convient, en terminant cette revue d'ensemble, de reconnaître la parfaite exécution des cinq locomotives exposées et, d'autre part, les difficultés qu'éprouvent les ingénieurs anglais pour combiner des machines puissantes, en raison des faibles dimensions des gabarits des lignes anglaises. La hauteur de ces gabarits est de 4 m. 118 et la largeur des entrevoies de 1 m. 840. Par contre, le combustible consommé est de la houille en morceaux d'excellente qualité. Pour réaliser le même service, les ingénieurs anglais peuvent donc établir des foyers moins grands que ceux nécessaires à leurs collègues du continent et surtout à leurs collègues français.

Locomotives hongroises. — Les trois locomotives hongroises provenaient toutes des ateliers de construction des chemins de fer de l'État hongrois. Il n'est donc pas étonnant qu'elles présentent des dispositions de détail identiques, bien que répondant à des programmes fort différents. D'une bonne exécution, elles présentent un aspect un peu compliqué. Les deux locomotives pour voie normale sont des compound.

Les chaudières, timbrées à 13 et 14 kilogrammes, ont toutes des boîtes à feu à berceau cylindrique, soutenant le ciel du foyer par des tirants, c'est-à-dire du type allemand. Des coins permettent de rattraper les jeux des boîtes et des têtes de bielles. Les descriptions que nous avons données montrent que les ingénieurs hongrois ne reculent pas devant les dispositions assez compliquées lorsqu'elles paraissent donner la solution du problème posé (locomotive à essieux convergents système Klien-Lindner).

Locomotives italiennes. — Les trois locomotives italiennes sont aussi bien étudiées que construites. Deux de ces machines sont des compound, l'une à deux, l'autre à quatre cylindres. Destinées toutes les trois à la remorque des trains-express, deux d'entre elles sont à trois essieux couplés en raison des profils accidentés sur lesquels elles doivent circuler. Les diamètres des roues motrices varient de 1 m. 834 à 1 m. 940. Le timbre, assez élevé, est de 13 kilogrammes pour la machine à simple expansion, 14 et 15 kilogrammes pour les deux compound. Les grilles sont grandes, leur surface variant de 2 m. q. 37 à 3 mètres carrés. Les enveloppes des boîtes à feu sont toutes du type allemand, à berceau cylindrique armaturé par des tirants transversaux et soutenant le ciel du foyer par des tirants verticaux avec petites fermes longitudinales dans deux machines. Les foyers des trois machines italiennes ont des cendriers fermés. La flexibilité et la stabilité sont obtenues par l'emploi de bogies et de balanciers conjuguant les ressorts de suspension des essieux moteurs. Les bogies sont tous à longerons intérieurs aux roues et portent l'avant de la locomotive par des bielles inclinées selon la disposition américaine. L'échappement Adams se trouve sur deux machines. Toutes les boîtes à

huile des essieux couplés et les têtes des bielles sont généralement à coins de rattrapage de jeu. Deux de ces trois locomotives ont des tiroirs cylindriques. Tous les bandages sont montés avec des cercles de retenue de types allemands. Si nous constatons l'adoption de certains dispositifs étrangers, la compound à quatre cylindres du réseau de l'Adriatique nous conduit à reconnaître que les ingénieurs italiens ont su combiner un type tout à fait nouveau, qui répond bien au programme donné. Les cylindres H. P. et B. P. pouvant avoir chacun leur distribution réglée comme il convient, la disposition adoptée échappe à la critique faite aux compound à quatre cylindres disposés en tandem ou du type Vauclain n'ayant que deux distributeurs en tout.

Locomotives russes. — Aux cinq locomotives très bien construites par trois grands ateliers de construction de la Russie, il convient de joindre, pour l'examen des tendances russes, la locomotive construite en France, par la Compagnie de Fives-Lille, sur des plans russes.

De ces six locomotives, cinq sont des compound, dont une articulée Mallet à quatre cylindres, une à quatre cylindres en tandem et les trois autres à deux cylindres. La pression de la vapeur varie de 11 1/2 à 13 atmosphères pour les locomotives à voie large; elle est de 12 atmosphères pour la locomotive à voie de 0 m. 75. Toutes ces machines sont à cylindres extérieurs, par conséquent sans essieu coudé.

Toutes les chaudières sont du type Crampton, à ciel de foyer suspendu par des tirants, par conséquent disposées comme le sont les chaudières des locomotives allemandes et autrichiennes. Les foyers sont disposés de façon à brûler soit du bois, soit des résidus de pétrole, soit de la houille. Nous nous sommes assez longuement étendus sur le chauffage au pétrole dans notre compte rendu général de l'exposition russe; nous n'y reviendrons donc pas. Les bâtis rappellent beaucoup le mode de construction allemand, par la liaison des bords supérieurs des deux longerons au moyen de tôles horizontales. Les ressorts de suspension sont autant que possible conjugués. L'attache des bandages est faite par des talons et des cercles. Des coins ou des clavettes de rattrapage de jeu sont disposés contre les boîtes à huile et dans les têtes des bielles motrices et d'accouplement. Les appareils de démarrage ne donnent pas d'échappement direct aux petits cylindres. La distribution Walschaerts est fort employée. Les cabines sont vastes; des portes les font communiquer avec les tabliers munis d'un garde-corps sur leur pourtour. Les agents disposent de sièges. Les appareils d'alimentation et de graissage sont de types perfectionnés. Deux des tenders exposés sont sur bogies. Malgré la manifestation des influences allemandes et américaines, les locomotives présentent de très intéressantes dispositions d'ensemble et de détail créées par les ingénieurs russes.

Locomotives suisses. — Les cinq locomotives à vapeur suisses, toutes provenant de la Société de construction de Winterthur, sont très bien dessinées et exécutées. Elles se rapprochent beaucoup, par leurs dispositions, des locomotives allemandes, notamment par les chaudières dont le foyer est suspendu par des tirants au berceau cylindrique,

l'agrafage des bandages, les abris, etc. Notons que toutes les boîtes à huile, toutes les têtes de bielle sont à rattrapage de jeu. Trois de ces machines sont destinées à trois chemins de fer suisses différents, elles sont toutes les trois compound, mais des trois types, à deux, trois et quatre cylindres. Il n'y a donc pas encore actuellement, en Suisse, accord sur les mérites et inconvénients respectifs de ces trois dispositions. Le timbre est de 13 kilogrammes pour la machine du Nord-Est, de 14 kilogrammes pour les locomotives du Central et du Jura-Simplon. Ces trois machines ont de vastes foyers, à grille fortement inclinée, d'assez grande surface, tout à fait convenable pour les houilles grasses allemandes qui sont ordinairement consommées.

Examen de l'ensemble des locomotives exposées.

Dispositions générales des locomotives. — *Puissance, application du système compound, vitesse de marche, stabilité, flexibilité, réactions sur la voie.* — De l'examen détaillé des locomotives exposées, il ressort nettement que dans tous les pays les ingénieurs de chemins de fer et les constructeurs ont en général à répondre aux mêmes besoins et à remplir les mêmes conditions. Nous voyons partout se produire la nécessité d'augmenter la puissance des machines destinées à tous les services et de reculer, même pour les machines à marchandises, la limite de leur vitesse de marche, et partout également nous constatons que les locomotives sont combinées de telle sorte qu'elles soient d'autant plus stables et flexibles qu'elles doivent marcher à des vitesses plus élevées et parcourir des lignes plus sinueuses. La réalisation de ces conditions fait atteindre un autre but, également visé : la diminution des réactions des locomotives sur la voie.

L'augmentation de la puissance est obtenue par l'emploi de très grandes chaudières à timbre élevé et par l'application du système compound. L'emploi de très grandes chaudières s'est généralisé depuis la précédente Exposition de 1889, la pratique américaine ayant démontré que l'axe du corps cylindrique des chaudières peut être porté à une grande hauteur au-dessus des rails, sans qu'il en résulte aucun inconvénient. Le système compound, en diminuant la dépense de vapeur et de combustible pour un travail déterminé, a permis d'obtenir une plus grande puissance de traction d'une chaudière donnée; d'autre part ce système a permis de bien utiliser pratiquement les hautes pressions de vapeur. En outre de ses avantages thermiques, il réduit l'importance des fuites sous les tiroirs et autour des pistons. Par ses divers avantages le système compound s'est donc affirmé comme un des principaux éléments de la puissance des locomotives. Pour ce motif et en raison de l'économie qu'il procure pour les machines de moyenne et faible puissance le nombre des compound s'est considérablement accru pendant les dernières années; d'environ 700 en 1889, il s'élevait en 1900 à un chiffre que nous estimons être de 12,000. Le nombre des locomotives compound figurant aux Expositions universelles de Paris a été successivement de 2 en 1878 (dont 1 pour tramway), de 8 en 1889, et a atteint 35 en 1900. En 1893, à Chicago, sur les 62 machines exposées 20 étaient des compound.

La nécessité de l'augmentation de la puissance de traction se manifestait à l'Exposition de 1900 par le nombre des fortes machines qui y figuraient tant dans chacune des sections étrangères que dans la section française. Pour les services à voyageurs, nous signalerons particulièrement les locomotives du type Atlantic, la locomotive Thuile et la locomotive Krauss à essieu moteur auxiliaire pour les trains rapides, les locomotives 3/5 à bogie pour les trains express sur des profils difficiles. Parmi ces dernières, nous comptons la locomotive à tender-citerne de l'Adriatique. Pour les services de banlieue, il convient de signaler la locomotive 3/5 du métropolitain de Vienne. Les machines 3/5 à bogies conviennent pour les trains de messageries et pour ceux de marchandises à marche accélérée. Les deux locomotives 4/5 à bissel, les trois compound articulées Mallet, la locomotive 5/5 du système Hagans représentaient les machines convenant à la remorque de lourds trains à marchandises.

Comme moyen de pouvoir utiliser l'augmentation de puissance de traction des machines à marchandises sans imposer aux attelages une fatigue inadmissible, nous devons signaler ici l'attelage supplémentaire imaginé par M. Noltein, directeur du chemin de fer russe de Moscou-Kazan, attelage que nous avons décrit en même temps que la locomotive articulée Mallet 6/6, H. 810, de ce chemin de fer.

L'accroissement de la vitesse de marche des locomotives est obtenu en combinant l'augmentation de leur puissance avec les dispositions les plus convenables pour assurer leur stabilité et leur flexibilité. En particulier pour les machines à marchandises, nous constatons une tendance à augmenter le diamètre des roues motrices, surtout avec les mécanismes à quatre cylindres.

L'Exposition de 1900 nous montre que la nécessité est maintenant bien reconnue d'adopter de grands empattements et de supprimer toute masse importante en porte à faux (c'est-à-dire ne plus placer les foyers et les cylindres en dehors des essieux) pour bien assurer la stabilité.

La flexibilité résulte de l'application, aujourd'hui généralisée sur le continent, des bogies et des bissels. Plusieurs constructeurs préfèrent à ces derniers des essieux radiaux (locomotive d'Henschel), dont la convergence est parfois déterminée par des balanciers (tel que le système Helmholtz appliqué aux locomotives de Krauss). Nous avons eu l'occasion de signaler l'emploi de machines à essieux moteurs convergents en décrivant l'exposition des chemins de fer de la Bosnie-Herzégovine. Le type de locomotive articulée imaginé par M. Mallet, et réalisé dès 1888, réunit, sans complication du mécanisme, la souplesse à la puissance et à l'économie du système compound. Cet avantage explique le nombre fort élevé (400) des locomotives de ce type qui sont en service en 1900. Tout autre système articulé est loin d'avoir pris un tel développement. L'application d'un essieu mobile au train d'avant, réalisée par la maison Maffei sur la locomotive articulée qu'elle a exposée, augmente la stabilité et recule la limite de la vitesse de marche.

Il n'est pas sans intérêt, pour préciser le développement de l'emploi des bogies, d'indiquer ici les nombres des locomotives pourvues de cet organe figurant dans les Expo-

sitions universelles de Paris; ces nombres ont été de 1 en 1855; 2 en 1867; 3 en 1878; 7 en 1889; 34 en 1900.

La diminution des réactions sur la voie se trouve obtenue par la suppression des masses en porte à faux, et par les dispositions donnant à la machine une flexibilité convenable, puis en lui faisant attaquer les courbes par un bogie, un bissel ou tout au moins par un essieu porteur placé en avant des cylindres ou du foyer, s'il s'agit d'une locomotive-tender marchant cheminée en arrière. Le rail extérieur de la courbe ne doit plus que faire pivoter le bogie ou déplacer transversalement un essieu; les traverses sont chargées et calées contre le ballast lorsque les roues motrices viennent à leur tour agir sur la voie.

L'application des balanciers assure la répartition des charges et tend ainsi à diminuer la fatigue de la voie et à maintenir les bandages au contact des rails; il convient toutefois de ne pas s'illusionner sur le rôle des balanciers; aux grandes vitesses ils n'ont pas le temps de jouer. Aussi constatons-nous que les locomotives-express anglaises et françaises n'en sont généralement pas munies, bien que marchant aux vitesses les plus élevées. Leur application est, au contraire, fort utile sur des locomotives coloniales.

Signalons encore, parmi les dispositions prises pour moins fatiguer les voies, la diminution des contrepoids des roues motrices ou accouplées. En outre des masses rotatives, un tiers ou un quart seulement des masses animées de mouvements alternatifs est équilibré. Nous avons vu que MM. von Borries, Webb et les ingénieurs de l'Adriatique ont réalisé un équilibrage complet en actionnant un même essieu par quatre mécanismes. Un équilibrage presque aussi parfait est obtenu sur les compound à quatre cylindres du P.-L.-M. et du Nord par le calage à 180 degrés des manivelles H. P. et B. P. placées du même côté de la machine. Il ne faut d'ailleurs pas s'exagérer l'influence de l'équilibrage; ce n'est pas son insuffisance qui détermine seule les vitesses de 120 à 130 kilomètres à l'heure auxquelles sont limités actuellement les trains rapides des grands réseaux français.

Locomotives à simple expansion et compound. — Les 68 locomotives exposées en 1900 se répartissaient en 33 locomotives à simple expansion et 35 locomotives compound. Mais quelques-unes des machines à simple expansion avaient été exposées surtout en raison de leur intérêt historique; d'autres étaient destinées à des services coloniaux ou de manœuvres justifiant la conservation de la simple expansion.

L'innovation la plus intéressante se rapportant aux locomotives à simple expansion était l'application, faite à la locomotive 2/4, n° 74, de l'État prussien, d'un surchauffeur devant élever la température de la vapeur de 300 à 320 degrés.

Tous les pays, sauf la Belgique, présentaient des compound, aussi pouvons-nous dire que l'Exposition de 1900 a fait constater que l'on s'accorde universellement à reconnaître les avantages de la double expansion.

Les 35 locomotives compound se répartissaient comme suit, eu égard au nombre des

cylindres : 16 locomotives à 2 cylindres; 1 locomotive à 3 cylindres; 18 locomotives à 4 cylindres.

Comme ce sont surtout des machines puissantes qui se trouvaient groupées à Vincennes, ces chiffres montrent que pour de telles machines la disposition à quatre cylindres semble s'imposer. Il est en effet difficile, avec les gabarits européens, de dépasser pour les grands cylindres les diamètres de 800 et 810 millimètres que nous trouvons adoptés pour deux des compound autrichiennes à deux cylindres. La disposition à trois cylindres paraît bien en défaveur; la locomotive de ce type, exposée par le Nord, en 1889, n'a pas été reproduite en France et nous voyons M. Webb, qui en a construit un si grand nombre pour le «London and North Western Railway», envoyer à Vincennes une compound à quatre cylindres.

Les 18 compound à quatre cylindres comprenaient la locomotive-tender wurtembergeoise qui, d'après la description que nous en avons donnée, ne peut effectivement fonctionner en compound que sur les sections à crémaillère. Les 17 autres se décomposent comme suit au point de vue du mode de commande des essieux par les quatre cylindres :

NATIONALITÉ DU CONSTRUCTEUR.	LOCOMOTIVES À QUATRE MANIVELLES MOTRICES		LOCOMOTIVES À DEUX MANIVELLES MOTRICES		LOCOMOTIVES ARTICULÉES MALLET (à deux trains moteurs).	TOTAUX.
	portées par un même essieu.	portées par deux essieux distincts.	à cylindres superposés (système Vauclain).	à cylindres en tandem.		
France	//	7	//	//	//	7
Allemagne	1	1	//	//	1	3
Grande-Bretagne	1	//	//	//	//	1
États-Unis	//	//	1	//	//	1
Hongrie	//	//	//	//	1	1
Italie	1	//	//	//	//	1
Russie	//	//	//	1	1	2
Suisse	//	1	//	//	//	1
TOTAUX	3	9	1	1	3	17

Les systèmes Vauclain et en tandem ont l'avantage de ne pas doubler le nombre des manivelles et bielles motrices. La disposition des quatre manivelles motrices sur le même essieu permet d'équilibrer complètement les pièces animées de mouvements alternatifs. L'attaque de deux essieux distincts a les grands avantages de répartir le travail entre eux, par conséquent d'imposer une bien moindre fatigue à cet organe délicat qu'est l'essieu coudé, et de procurer deux mécanismes moteurs pouvant être assez facilement rendus indépendants et, par suite, permettant de marcher au besoin avec un seul d'entre eux en évitant une détresse en pleine voie. Or, sur des lignes à grande fréquentation, il importe d'éviter un tel incident, même au prix d'une certaine complication. D'ailleurs,

IMPRIMERIE NATIONALE

comme nous l'avons indiqué en parlant des dispositions générales des machines, un équilibrage très convenable peut être obtenu en calant à 180 degrés l'une par rapport à l'autre les manivelles motrices et placées d'un même côté des deux essieux attaqués, disposition réalisée sur les locomotives 2642 du Nord, C 91 du P.-L.-M. et 533 de l'Ouest.

Nous ne reviendrons pas sur les avantages qu'offre le système articulé Mallet lorsque, à une grande puissance et à l'économie dans la dépense de combustible, il convient d'obtenir de la souplesse, la répartition de la charge sur un assez grand nombre d'essieux étant imposée par la constitution de la voie, et une certaine limitation de la vitesse de marche étant admissible.

Les ingénieurs semblent encore fort incertains sur la valeur la plus convenable à donner au rapport du volume du ou des cylindres B. P. au volume du ou des cylindres H. P. Nous constatons que, pour les machines exposées, ce rapport varie de 1,86 à 2,86 sans motifs apparents.

Chaudières. — L'accroissement des dimensions des chaudières est accompagné de l'élévation de la pression de la vapeur, du timbre, comme nous disons en France, et cela en grande partie par suite de la généralisation du système compound.

Le timbre des locomotives de chemins de fer figurant à l'Exposition de 1855 était compris entre 7 et 8 atmosphères, puis successivement il s'élève en 1867 et en 1878 à 9 kilogrammes en moyenne et à 12 kilogrammes au maximum; en 1889 à 10 kil. 76 en moyenne et à 15 kilogrammes au maximum. En 1900, nous trouvons un timbre moyen de 12 kilog. 75 et deux locomotives timbrées à 16 kilogrammes.

Le diamètre maximum des corps cylindriques passe de 1 m. 500 en 1889 à 1 m. 600 en 1900.

En 1889, les plus grandes surfaces de chauffe totales étaient de 137 m. carrés 5 pour les locomotives à grande vitesse, et de 188 mètres carrés pour les locomotives à marchandises. En 1900, sept locomotives, de l'une et l'autre classe, ont des surfaces de chauffe totales supérieures à 200 mètres carrés. L'une d'elles atteint presque 300 mètres carrés.

En 1889 les surfaces de grille ne dépassaient pas 2 m² 35, si l'on ne tient pas compte de quatre locomotives belges à larges grilles Belpaire de 3,40 à 5 m² 72 de surface, grilles destinées à brûler des poussiers de houille à forte teneur en cendres. En 1900 nous ne trouvons plus de telles grilles, mais vingt locomotives ont des grilles pour houilles de qualité moyenne dont la surface dépasse 2 m² 50.

Des chaudières de telles dimensions ne peuvent se disposer au-dessus de roues de 2 mètres environ de diamètre qu'en admettant une grande hauteur de l'axe de leur corps cylindrique au-dessus du niveau des rails. Cette tendance à élever les chaudières se dessinait en 1889 : cinq des locomotives exposées avaient l'axe du corps cylindrique à une hauteur comprise entre 2 m. 300 et 2 m. 370. En 1900 nous trouvons sur 37 machines cette hauteur comprise entre 2 m. 300 et 2 m. 795.

Les boîtes à feu des chaudières se répartissent entre deux types : la boîte à ciel plat et la boîte à ciel en forme de berceau cylindrique.

Dans le premier type, le ciel du foyer est relié par des tirants verticaux au ciel de la boîte à feu. Ce mode de construction est en général désigné par l'expression *foyer Belpaire,* parce qu'il est la conséquence de l'emploi de grilles de grandes surfaces. Nous croyons devoir indiquer ici que M. Petiet, alors ingénieur en chef du matériel et de la traction des chemins de fer du Nord, fit construire en 1861 et 1862 par MM. Gouin et Cie, à Paris, des locomotives à fortes rampes, à huit roues accouplées et des locomotives à quatre cylindres ayant des boîtes à feu à ciel plat ainsi armaturées. Une de ces machines figura à l'Exposition de Londres de 1862. A cette même époque les locomotives auxquelles M. Belpaire appliquait sa grande grille pour poussiers avaient des boîtes à feu à berceau cylindrique avec foyer dont le ciel plat était supporté par des fermes transversales.

Un certain nombre des locomotives exposées en 1900, notamment les compound françaises à quatre cylindres, la locomotive Thuile, la machine Atlantic saxonne, avaient leurs ciels plats entretoisés par des tirants verticaux. Nous savons que ce mode de construction se répand; on le rencontre maintenant en Angleterre et aux États-Unis.

La presque totalité des locomotives étrangères avaient des boîtes à feu en berceau cylindrique. Avec cette forme le ciel du foyer est supporté soit par des fermes, disposition qui ne se rencontrait à Vincennes que sur quelques-unes des locomotives anglaises, soit par des tirants verticaux. Les ingénieurs allemands et autrichiens, qui sont depuis de longues années fidèles à cette forme de boîte à feu (nous la trouvons sur la plupart des machines qu'ils avaient exposées à Vienne en 1873), ont soin d'assurer la permanence de la forme cylindrique du berceau par une rangée de tirants horizontaux et transversaux reliant les flancs de la boîte à feu. Le berceau est ordinairement formé d'une tôle beaucoup plus épaisse que les flancs, afin que les tirants verticaux puissent s'y visser convenablement et que d'assez nombreuses ouvertures pour le lavage y soient pratiquées en toute sécurité.

Que le ciel de la boîte soit plat ou cylindrique, lorsque l'armaturage du ciel du foyer est assuré par des tirants verticaux, les deux ou trois rangées de ceux-ci, voisines de la plaque tubulaire, sont le plus souvent *à dilatation,* ce qui veut dire qu'ils sont disposés de façon à permettre l'élévation relative de la plaque tubulaire au moment des allumages, lorsque les flancs de la boîte à feu n'ont pas encore subi toute leur dilatation. Sur quelques-unes des locomotives exposées, nous avons signalé que les deux ou trois premières rangées de tirants verticaux sont remplacées par une série de courtes fermes longitudinales. Ces fermes s'appuient à l'avant sur le sommet de la plaque tubulaire et sont à l'arrière suspendues au berceau cylindrique par la première rangée des tirants. Cette disposition paraît très rationnelle : elle laisse dégagés les flancs de la boîte à feu et elle répartit la flexion du ciel sur une certaine longueur.

Nous avons vu, sur quelques machines, le berceau cylindrique se raccorder au corps de la chaudière par une virole conique. Cette disposition, fort usitée aux États-Unis, y

est désignée sous les noms de *wagon top* et *extended wagon top* parce que la forme rappelle la couverture d'un chariot.

Les foyers de toutes les locomotives exposées étaient constitués de plaques en cuivre rouge, reliées à l'enveloppe de la boîte à feu par des entretoises également en cuivre, parfois en bronze manganésé et presque toujours perforées. Sur quelques machines allemandes et anglaises, le filet de ces entretoises était enlevé sur la partie comprise entre les plaques afin d'augmenter la flexibilité. Deux foyers étaient munis de bouilleurs Ten Brinck (Compound du P. O. et locomotive Thuile) et presque tous les autres de voûtes en briques. Nous savons par expérience qu'il est difficile et coûteux de maintenir étanches dans les grands foyers les jonctions des bouilleurs Ten Brinck.

Afin d'obtenir une vaste surface de grille, tout en évitant une grande longueur de foyer rendant par trop pénible le travail du chauffeur, divers constructeurs élargissent le foyer en le faisant déborder au-dessus des longerons. Cette disposition se rencontrait sur les locomotives Atlantic de Baldwin et de l'Adriatique, sur la locomotive à essieu moteur auxiliaire de Krauss, sur la machine Thuile et sur la machine à quatre essieux couplés des lignes de l'Arlberg. La grille ne pouvant plus recevoir qu'une bien faible inclinaison, la conduite du feu exige un chauffeur habile et robuste. L'Exposition nous a montré la fréquente adoption d'une assez forte inclinaison (15 à 17°) pour les grilles.

Lorsqu'il est fait usage de houille donnant un bon coke, il suffit avec une telle inclinaison que le chauffeur charge dans le voisinage de la porte; son travail est considérablement facilité.

Nous avons signalé le garnissage en briques réfractaires des foyers des locomotives russes brûlant des résidus de naphte. Les foyers cubiques ont sans doute été conservés dans les locomotives russes afin de ménager la possibilité de consommer de la houille; car il semble que si l'on n'a pas à tenir compte de cette prévision les foyers ondulés de Fox s'imposeraient en raison de leurs bien moindres poids et de l'économie qu'ils peuvent procurer dans la construction et dans l'entretien.

Sauf de rares exceptions, les locomotives exposées avaient des cendriers fermés.

Presque tous les constructeurs assemblent les viroles des chaudières dont le timbre dépasse 13 kilogrammes par des clouures circulaires à double rangée de rivets et des clouures longitudinales à couvre-joints extérieur et intérieur, à quadruple rangée de rivets. Notamment les chaudières des compound françaises à quatre cylindres, des machines de Baldwin et de l'Atlantic de Chemnitz étaient ainsi assemblées. Nous rappellerons que ce mode d'assemblage avait été appliqué par le P.-L.-M. à sa compound à quatre cylindres exposée en 1889.

Les tubulures, encore en laiton ou en cuivre en Angleterre, sont toujours en acier doux sur le continent comme aux États-Unis. Les tubes sont lisses, sauf sur les locomotives compound françaises à quatre cylindres, toutes munies des tubes à ailettes imaginés par M. Serve et sur les locomotives 2/4 n° 27 de l'État néerlandais et 2/4 n° 1889 de l'Adriatique, également munies de tubes Serve. Des essais prolongés, pour-

suivis surtout par le P.-L.-M., ont démontré que, convenablement proportionnés, ces tubes augmentent la vaporisation.

Signalons encore l'application, très fréquente sur les locomotives autrichiennes, de deux dômes de vapeur réunis entre eux par un tuyau extérieur ou intérieur; l'application à la base des dômes de chicanes en forme de cloches pour arrêter l'eau qui serait entraînée; le remplacement des anciennes soupapes à balances par des soupapes à charge directe, dont certaines (soupapes américaines) sont disposées de façon à réduire le bruit causé par l'échappement de la vapeur en forçant celle-ci à se détendre graduellement par son passage à travers une série d'orifices; l'application presque générale de protecteurs enveloppant les tubes de niveau d'eau; l'emploi d'injecteurs à cônes multiples des types Sellers, Friedmann, Gresham, etc. L'adoption des hautes pressions a fait abandonner les formes si simples données à l'injecteur par son inventeur Giffard. Rappelons ici que c'est dans la période de 1855 à 1862 qu'a commencé à se produire le remplacement des pompes alimentaires par l'injecteur Giffard.

De toutes les parties de la locomotive la chaudière nous paraît être celle qui réclame le plus de nouveaux perfectionnements. Les chaudières des locomotives modernes subissent une fatigue considérable par l'élévation de la pression et par l'intensité de la vaporisation. Leurs foyers ont une durée fort réduite et exigent un entretien coûteux. Entre autres desiderata à satisfaire, nous indiquerons la découverte d'un métal plus élastique et plus résistant que le cuivre pour les plaques de foyer et les entretoises; un mode d'armaturage évitant la formation de criques dans les angles, et une disposition activant la circulation de l'eau autour du foyer.

Châssis. — Les châssis des locomotives exposées étaient de deux types bien différents: le type en fer forgé appliqué aux machines de Baldwin et le type à longerons en tôle se trouvant sur toutes les machines européennes.

Le châssis américain répond à un dessin très particulier de la locomotive; il ne comporte pour ainsi dire pas d'entretoisement entre le bloc des cylindres et l'avant de la boîte à feu, ce qui permet de loger très facilement à l'intérieur le mécanisme de distribution et d'accéder très aisément à toutes les parties de la locomotive. De plus, la grande épaisseur des longerons permet de faire reposer sur leur tranche la plupart des supports divers forcément rivés contre la face des longerons des machines européennes.

En ce qui touche les châssis à longerons en tôle des machines exposées, il convient de mentionner particulièrement l'entretoisement des longerons des locomotives allemandes, constitué très généralement par une tôle horizontale régnant de la traverse de tête jusqu'à la plaque avant de la boîte à feu. Cette tôle est découpée d'ouvertures pour l'alléger. Elle s'assemble par des cornières aux bords supérieurs des longerons. Ce mode de construction donne une grande rigidité au châssis, reste à savoir toutefois si un excès de rigidité n'est pas nuisible pour les organes de roulement, les assemblages du châssis et pour la voie elle-même.

Les locomotives 3/5 n° 921 de l'État autrichien et 2/3 n° 1218 de l'État belge avaient leur essieu coudé consolidé par un longeronnet intérieur, placé au milieu des essieux. Cette disposition assez efficace est peu appliquée quoique fort ancienne : une locomotive 3/3, à cylindres intérieurs, exposée par le Paris-Orléans en 1855 et étudiée par Camille Polonceau, avait un tel longeronnet intérieur.

On constate l'emploi sur une grande échelle de l'acier moulé pour constituer les entretoises des longerons. Les pièces en acier moulé ne sont ni moins coûteuses ni plus légères que les assemblages de tôles et de cornières qu'elles remplacent, mais elles donnent une grande solidité au châssis dans le sens longitudinal et ne sont pas exposées aux dislocations qu'éprouvent les pièces analogues en tôles et cornières. Deux des machines exposées par la Compagnie de l'Ouest, ainsi que plusieurs des locomotives anglaises, avaient des châssis dont l'entretoisement était effectué presque exclusivement par des pièces en acier moulé.

Sur le plus grand nombre des machines exposées, des glissières de plaque de garde en acier moulé d'une seule pièce renforcent les évidements des longerons; ces pièces remplacent les renforts des longerons en tôle rapportée et les glissières séparées.

Bogies et bissels. — La plupart des bogies des machines étaient du type à longerons intérieurs, avec pivot à déplacement latéral supportant la charge. Parmi ces types, les uns étaient à suspension pendulaire suivant la disposition en usage depuis longtemps aux États-Unis; dans d'autres, le rappel à la position médiane était effectué par des ressorts. La moitié environ des machines figurant dans la section française étaient munies de bogies à longerons extérieurs dans lesquels le pivot à déplacement latéral est simplement directeur, la charge étant portée dans le voisinage de la tranche des longerons par deux crapaudines reposant sur des plaques de friction. Ce genre de bogie a l'avantage d'avoir des boîtes extérieures, plus faciles à bien graisser, et de transmettre la charge presque directement des longerons de la machine aux longerons du bogie. Le bogie à longerons intérieurs assure une meilleure répartition de la charge entre les quatre roues, surtout dans le cas du bris ou de la perte d'un ressort ou d'une pièce de suspension. Le pivot central supportant la charge de la machine offre de plus cet avantage que les réactions, dues au passage du bogie sur les inégalités de la voie, n'atteignent le châssis de la locomotive qu'avec une amplitude moindre que lorsque les supports sont placés dans le plan des longerons; de plus, les longerons extérieurs nécessitent une traverse du bogie beaucoup plus longue et par suite beaucoup plus lourde que les longerons intérieurs. Un certain nombre de bogies étaient à pivot fixe.

Les bissels appliqués à l'avant des machines présentaient diverses dispositions décrites en détail dans les monographies des machines. Le mode de construction classique aux États-Unis était appliqué sur la machine à trois essieux couplés exposée par les ateliers Baldwin, la plupart des autres bissels dérivaient plus ou moins des boîtes radiales Adams. Quelques-uns des dispositifs exposés, ayant des glissières courbes

dans lesquelles se déplacent les boîtes, sont critiquables parce qu'ils peuvent donner lieu à des déraillements provenant du coincement des boîtes dans les glissières. La disposition, il est vrai un peu compliquée, de la maison Henschell, évite ce grave inconvénient.

Suspension. — Roues. — La suspension est généralement effectuée par des ressorts à lames, sauf dans quelques machines de construction anglaise où se rencontre l'emploi de ressorts en spirale placés au-dessous des boîtes.

Les balanciers, conjuguant les suspensions de différentes paires de roues, sont d'un usage absolument général dans les machines de construction américaine et sont également répandus dans les machines allemandes, autrichiennes, russes et italiennes. Jusqu'à présent, en France, ils ont été d'un emploi assez restreint, leur utilité paraissant douteuse en raison du bon état des voies. Néanmoins les machines de la Compagnie de l'Ouest, ainsi que la machine à grande vitesse des chemins de fer du Nord, en étaient munies.

Parmi les différents types de boîtes motrices, il convient de mentionner les boîtes des machines de construction américaine dans lesquelles le coussinet est emmanché à la presse dans son logement. Ce mode de fixation était également appliqué à deux des machines anglaises et à la machine à quatre essieux couplés de construction allemande. Un grand nombre des machines figurant dans les sections étrangères étaient munies de roues en acier moulé. Il convient de signaler, au sujet des contrepoids des roues, que l'attention est attirée sur les inconvénients des surcharges imposées aux rails par l'équilibrage d'une trop grande partie des pièces à mouvement alternatif. La disposition compound à quatre cylindres, avec manivelles à 180 degrés, permet de réduire très notablement les contrepoids.

Mécanismes moteurs et de distribution. — En ce qui touche la disposition générale du mécanisme moteur l'Exposition de 1900 montre que les constructeurs anglais préfèrent toujours les cylindres et mouvements intérieurs, et que les Belges s'inspirent actuellement des types anglais. Dans les sections de tous les autres pays les machines à cylindres et mouvements extérieurs sont de beaucoup les plus nombreuses. Nous croyons qu'il n'y avait en 1900 aux États-Unis qu'une seule locomotive à essieu coudé; la locomotive *Webb* importée pour essai.

Sauf dans les sections anglaise et belge la grande majorité des machines avaient des bielles d'accouplement avec têtes à clavettes et des boîtes à huile à coins, afin de permettre de rattraper l'excès de jeu produit par l'usure. Parmi les détails se rapportant au mécanisme, signalons encore le grand nombre de pistons munis de contre-tiges (notamment les pistons des grands cylindres des compound); l'application générale des garnitures en métal blanc, dit *antifriction*, pour les pièces à frottement et des garnitures métalliques des presse-étoupes, parfois flexibles, afin de permettre un certain déplacement des tiges (garniture *United States*); les graisseurs à mèches, à épinglettes ou à pointeaux, pour les pièces de frottement, à condensation ou à piston refoulant l'huile

pour les cylindres; les indicateurs de vitesse; puis les sablières projetant le sable sous les bandages par l'action d'un jet de vapeur ou mieux d'air, celui-ci paraissant assurer le meilleur fonctionnement.

Douze locomotives avaient des tiroirs équilibrés des types américains et allemands, les compensateurs étant soit à barrettes (type Richardson), soit à piston; et douze locomotives étaient munies de tiroirs cylindriques. Ce dernier nombre montre les efforts tentés pour réaliser pratiquement un distributeur qui, théoriquement, doit, en outre de l'équilibrage, permettre d'obtenir de grandes sections pour le passage de la vapeur. Ces grandes sections, qui facilitent la marche aux très grandes vitesses, sont surtout désirables pour les compound, l'écoulement de la vapeur s'y produisant sous de moindres différences de pression. Il convient de noter ici la part prise par la France dans l'étude des tiroirs cylindriques, en rappelant que M. l'inspecteur général Ricour a, dès l'année 1880, appliqué des tiroirs cylindriques de son système à des locomotives du réseau de l'Etat.

Les divers systèmes de mécanismes de distribution des 68 locomotives exposées se répartissaient comme suit :

41 locomotives étaient munies de la distribution Walschaerts,

2 locomotives étaient munies de la distribution Walschaerts pour les cylindres H. P. et Joy pour les cylindres B. P. (locomotives 2/5 n° 175 de l'État saxon et 2/4 n° 261 du Central suisse);

1 locomotive était munie de la distribution Walschaerts pour les cylindres H. P. et Gooch pour les cylindres B. P. (locomotive 2/4 C. 91 du P.-L.-M.);

2 locomotives étaient munies de la distribution Walschaerts modifiée (locomotive 2/6 de Krauss et locomotive 4/4 articulée Mallet de l'État hongrois);

1 locomotive était munie de la distribution Walschaerts pour le mouvement d'adhérence et radiale pour le mouvement de la crémaillère (locomotive-tender n° 596 de l'État wurtembergeois);

13 locomotives étaient munies de la distribution Stephenson;

1 locomotive était munie de la distribution Gooch (locomotive 2/4 n° 951 de l'Ouest);

2 locomotives étaient munies de la distribution Joy (locomotive 2/4 n° 4000 du London and North Western Railway et locomotive 4/4 de l'État Nicolas);

1 locomotive était munie de la distribution Brown (locomotive 3/3 n° 22 des tramways de Lyon-Neuville);

4 locomotives étaient munies de la distribution Allan (locomotives 4/4 n° 861 de l'État prussien, 3/4 n° 122 du Barry Railway, 5/5 n° 1663 à trains articulés Hagans, 3/3 à voie étroite de Dakar à Saint-Louis).

Ces chiffres montrent combien sont appréciés les avantages de la distribution Walschaerts. Ce dispositif remplace les deux poulies d'excentrique par un seul bouton de manivelle lorsque le mécanisme de distribution est extérieur; il supprime la moitié des excentriques si le mécanisme est intérieur. Il réduit donc dans tous les cas des frottements assez notables; il permet de réaliser un mécanisme plus simple et plus léger, et

d'obtenir facilement un réglage convenable. Cette distribution était appliquée à une locomotive exposée à Paris en 1855 par la Société de Saint-Léonard de Liège.

Il faut remarquer qu'il ne se trouvait à Vincennes aucune locomotive à distribution par déclic ou à distributeur genre Corliss.

Sur 58 locomotives, les mécanismes de distribution étaient commandés par des appareils de changement de marche à vis ; sur les 10 autres, ces appareils étaient commandés par des leviers. Les locomotives 2/4 n° 1900 du Great Eastern Railway, 3/3 n°s 2513 et 2514 et 2/5 n° 2515 de l'État belge étaient munies de servo-moteurs combinés avec un changement de marche à vis.

A part les exceptions que nous allons énumérer, les locomotives compound exposées n'avaient qu'un seul appareil de changement de marche commandant simultanément les distributions H. P. et B. P. La compound à grande vitesse et à 4 cylindres 2/5 du P.-L.-M. avait deux appareils de changement de marche, mais reliés entre eux de telle sorte que l'admission aux cylindres B. P. soit constante et d'environ 70 p. 100 pour les deux marches avant et arrière. Nous avons signalé la disposition imaginée par M. Von Borries et réalisée sur la compound hanovrienne n° 22, qui, au moyen d'un seul changement de marche et de deux mécanismes de distribution pour les quatre cylindres, donne constamment des admissions aux grands cylindres supérieurs de quelques centièmes aux admissions aux petits cylindres. Les six compound à quatre cylindres de l'Est, du Midi, du Nord, de l'Ouest et du P.-O. avaient deux changements de marche indépendants, c'est donc la disposition qui a en France le plus de faveur. Les deux machines Atlantic n° 701 de l'État de Hongrie et n° 175 de Chemnitz avaient également deux changements de marche indépendants. En somme 8 compound avaient des distributions déliées.

Appareils de démarrage des locomotives compound. — Afin d'assurer le démarrage des locomotives compound à deux cylindres, quelle que soit la position du piston du cylindre H. P., il est nécessaire de faire participer le cylindre B. P. à la production du couple moteur en envoyant dans ce cylindre, au moyen d'un dispositif spécial auquel on a donné le nom d'« appareil de démarrage », de la vapeur à une pression généralement limitée par des soupapes de sûreté à 5 ou 6 kilogrammes.

Cet appareil est, sinon indispensable, du moins fort utile sur les machines à 3 et 4 cylindres afin de réduire la durée de la mise en pleine vitesse. Les appareils de démarrage peuvent être groupés en trois genres :

1° Le cylindre B. P. reste, pendant la période du démarrage, en communication avec le cylindre H. P. De la vapeur, prise à la chaudière, pénètre dans la boîte à vapeur du cylindre B. P. par des orifices ouverts soit par le mécanicien, soit par le levier de changement de marche lorsqu'il est amené à fond de course (système à robinet de Lindner appliqué aux quatre compound : n° 22 de l'État prussien ; Atlantic n° 175 de Chemnitz ; locomotive 2/6 de Krauss et locomotive-tender n° 318 pour les Indes néerlandaises) ; soit par le tiroir B. P. lui-même (système Gölsdorf, appliqué aux quatre locomotives de

l'État autrichien); soit par un petit distributeur commandé par la tige de ce tiroir (système appliqué aux locomotives de l'Est chinois et de l'Adriatique, n° 3701);

2° Pendant la période de démarrage, un organe, valve ou clapet, intercepte la communication entre les deux cylindres B. P. et H. P. afin de réduire la contre-pression sur les pistons H. P. A cette classe se rapportent les appareils de démarrage Von Borries (appareil automatique appliqué à la locomotive n° 138 de l'État norvégien); T. W. Worsdell (non représenté à Vincennes); Von Borries-Giordana appliqué à la locomotive n° 3151 de la Méditerranée, et le système dit à *soupape à contre-coup* appliqué à la compound articulée Mallet n° 4405 de l'État hongrois;

3° L'appareil de démarrage, en même temps qu'il intercepte la communication entre les cylindres, permet de faire fonctionner le ou les cylindres H. P. avec échappement direct dans l'atmosphère. Cette disposition procure le maximum de puissance pour le démarrage; appliqué aux compound françaises à quatre cylindres, il rend complètement indépendants les deux essieux moteurs et permet de continuer la route avec l'un d'eux, en cas d'avarie au mécanisme de l'autre, ce qui est fort précieux pour la régularité de la marche des trains; on peut lui reprocher d'exiger des organes un peu plus compliqués et un entretien attentif pour éviter des fuites par la valve permettant l'échappement direct du cylindre H. P.

Un appareil de ce troisième genre, réalisé au moyen d'un tiroir plan, a été appliqué par M. Mallet à ses premières compound du chemin de fer de Bayonne à Biarritz. Peu d'années après, cet ingénieur a combiné un appareil moins encombrant à clapets portant contre des sièges circulaires. M. de Glehn a imaginé et appliqué sur les compound à quatre cylindres du Nord français un appareil consistant en gros robinets à trois voies. Ce même système se retrouvait sur les compound à quatre cylindres exposées par l'Ouest, le Midi et le Paris-Orléans. Nous avons signalé à propos de la machine Atlantic du Nord la nouvelle disposition de M. de Glehn.

La locomotive de l'Est était pourvue d'un appareil à clapets battants, montés sur charnières; la locomotive express 2/5, n° 390, de l'État prussien, avait un appareil à pistons de Dultz; la locomotive à marchandises 4/4, n° 861, de l'État prussien, avait un appareil à pistons du système Von Borries; la locomotive Atlantic n° 701 de l'État hongrois, un appareil à clapets cylindriques, commandés par des pistons à vapeur; enfin la compound à deux cylindres du Nord-Est suisse avait également un appareil du troisième genre.

La locomotive n° 33 du London and North Western Railway n'avait aucun dispositif permettant de faire concourir les cylindres B. P. au démarrage et la locomotive n° 50 de l'État wurtembergeois, pour ligne à crémaillère, par suite du programme spécial auquel elle répond, ne peut pas être considérée comme une compound proprement dite.

En résumé, abstraction faite de ces deux dernières locomotives, les 33 autres locomotives compound exposées peuvent être classées comme suit, au point de vue de leur appareil de démarrage.

NOMBRE ET GROUPEMENT DES CYLINDRES.	NOMBRE DE LOCOMOTIVES POURVUES D'APPAREILS DE DÉMARRAGE		
	DU 1er GENRE.	DU 2e GENRE.	DU 3e GENRE.
2 cylindres	10	2	4
3 cylindres	1	–	–
4 cylindres — à 4 manivelles et à 2 essieux moteurs	2	–	7
4 cylindres — à 4 manivelles et 1 essieu moteur	2	–	–
4 cylindres — système Vauclain	1	–	–
4 cylindres — en tandem	1	–	–
4 cylindres — à 2 trucks articulés Mallet	2	1	–
TOTAUX	19	3	11

Abris et cabines des mécaniciens. — Au début des chemins de fer, les mécaniciens et chauffeurs n'étaient aucunement protégés contre les intempéries. Les expositions de 1855 et de 1862 montrèrent la généralisation d'écrans verticaux pourvus de deux ouvertures vitrées. Une des locomotives anglaises exposées en 1862 avait sa plate-forme recouverte d'une toiture. Les rapports relatifs à l'Exposition de 1867 indiquent la généralisation d'abris qui tendent à prendre la forme d'une guérite. Mais à cette époque de nombreux ingénieurs se demandaient encore si les agents ne seraient pas d'autant moins vigilants qu'ils seraient mieux abrités. Depuis, cette crainte semble s'être dissipée. Les abris se sont généralisés tout d'abord aux États-Unis et presque toutes les machines exposées en 1900 avaient des cabines fermées de trois côtés; la locomotive-tender 2/5 n° 2,262 de Krauss avait même une cabine complètement fermée, avec portes latérales et vitrées montant jusqu'à la toiture. Sur douze locomotives, l'ouverture d'accès, entre les rampes de la machine et du tender, était fermée par des portes en tôle et sur deux locomotives par des portes en bois. Sur les machines russes, américaines et sur la locomotive Atlantic de Chemnitz une porte, pratiquée dans la face avant de l'abri, sur l'un des côtés de la chaudière, permet aux agents de passer directement de la plate-forme sur les tabliers latéraux de la machine. Nous avons vu que les locomotives russes et que la locomotive n° 2754 de l'État français sont pourvues de garde-corps entourant ces tabliers, ce qui assure la sécurité des agents lorsqu'un incident les oblige d'y circuler pendant la marche.

Les cabines d'une vingtaine de locomotives, appartenant à tous les pays exposants, étaient éclairées par des lanternes de voiture disposées dans la toiture.

Sur diverses machines, notamment françaises et russes, un plancher en bois, monté sur ressorts, est disposé aux emplacements où se tiennent les agents. Sur d'autres machines, ceux-ci disposent de petits sièges à ressorts souvent analogues aux selles de bicyclettes (nous citerons notamment les locomotives de l'Est français, de l'Est chinois, de Poutiloff n°s 49 et 695, du North Eastern Railway n° 2006, du Nord-Est suisse, de l'État hongrois n° 4405, puis la compound articulée Mallet construite par Maffei).

Signalons enfin que plusieurs constructeurs, suivant l'exemple donné depuis quelques années par le P.-L.-M., avaient donné à l'abri de leurs machines une forme en coupe-vent; notamment les locomotives Thuile, de l'État français n° 0247, du réseau italien de l'Adriatique n° 3701 et du type Atlantic de Chemnitz présentent cette disposition.

Tenders. — L'accroissement de la puissance des locomotives et l'augmentation de la longueur des étapes franchies sans arrêt conduisent à munir les tenders de soutes à eau d'une capacité de 15 à 20 mètres cubes et de soutes à combustible contenant de 5 à 8 tonnes. Aussi lourdement chargés, les tenders doivent être portés sur trois essieux ou sur deux bogies.

Les 39 tenders exposés se répartissaient comme suit :

	TENDERS		
	SUR 2 ESSIEUX.	SUR 3 ESSIEUX.	SUR 2 BOGIES.
Pour voies larges	3	23	11
Pour voies étroites	–	1	1
TOTAUX	3	24	12

La disposition parfois employée aux États-Unis et dans les colonies, consistant à porter le tender sur un essieu et sur un bogie, celui-ci placé soit à l'avant, soit à l'arrière, n'était pas représentée.

Parmi les vingt-trois tenders, pour voies larges, à trois essieux, nous en trouvons dix dont les ressorts de suspension sont conjugués par des balanciers longitudinaux afin de maintenir la répartition de la charge; ce sont : les quatre tenders prussiens, les deux tenders de l'usine Poutiloff, les trois tenders suisses et le tender attelé à la locomotive 2/4 n° 1889 de l'Adriatique. Les tenders français, autrichiens, hongrois et anglais n'étaient pas munis de ces balanciers. Les tenders allemands, anglais et autrichiens ont des soutes à combustible à fond surélevé, ce qui facilite dans une certaine mesure le travail des chauffeurs.

La commande de la timonerie de frein par un levier à contrepoids, d'après le système Exter, était généralement appliquée sur les tenders allemands. Ce système a l'avantage de produire très rapidement le rapprochement des sabots et un léger serrage. Mais celui-ci ne peut être augmenté et maintenu que si le chauffeur pèse constamment sur le levier; cet agent se trouve ainsi immobilisé. La commande de la timonerie par une crémaillère et un pignon, sur l'arbre duquel est calé le volant de manœuvre, avec cliquet de retenue de ce volant, nous paraît être finalement la disposition la plus recommandable; le serrage est assez rapide et le cliquet suffit à la maintenir. Cette disposition se trouvait notamment sur le tender de la Compagnie de l'Est, qui l'applique depuis longtemps.

Les tenders des deux locomotives Atlantic de Chemnitz et du Chemin de fer du Nord de l'Empereur Ferdinand avaient des attelages convergents, c'est-à-dire les forçant à pivoter autour de la cheville d'attelage de la machine. Les attelages des trois locomotives suisses étaient à tampons radiaux.

Les tenders à bogies construits par la maison Baldwin pour les chemins de fer de l'État français et les tenders du Great Eastern Railway et du London and North Western Railway étaient munis de l'écope de prise d'eau Ramsbottom. Les chemins de fer anglais et américains font depuis longtemps usage de la prise d'eau pendant la marche, qui permet d'alléger le chargement des tenders; l'application résolue par l'État français sera, croyons-nous, la première faite sur le continent.

Signalons encore les nombreux emplois d'accouplements métalliques pour relier les conduites d'eau entre les locomotives et les tenders.

Matériaux de construction. — La construction de la locomotive a largement profité des progrès de la métallurgie réalisés dans ces dernières années. L'emploi de l'acier, tant pour les tôles de chaudières que pour les longerons et les tôles de construction, est devenu général.

L'acier a également remplacé le fer pour toutes les pièces du mécanisme: bielles motrices et d'accouplement, tiges de piston, etc., et il est probable que, d'ici quelques années, il remplacera complètement le fer même pour les pièces comportant diverses soudures.

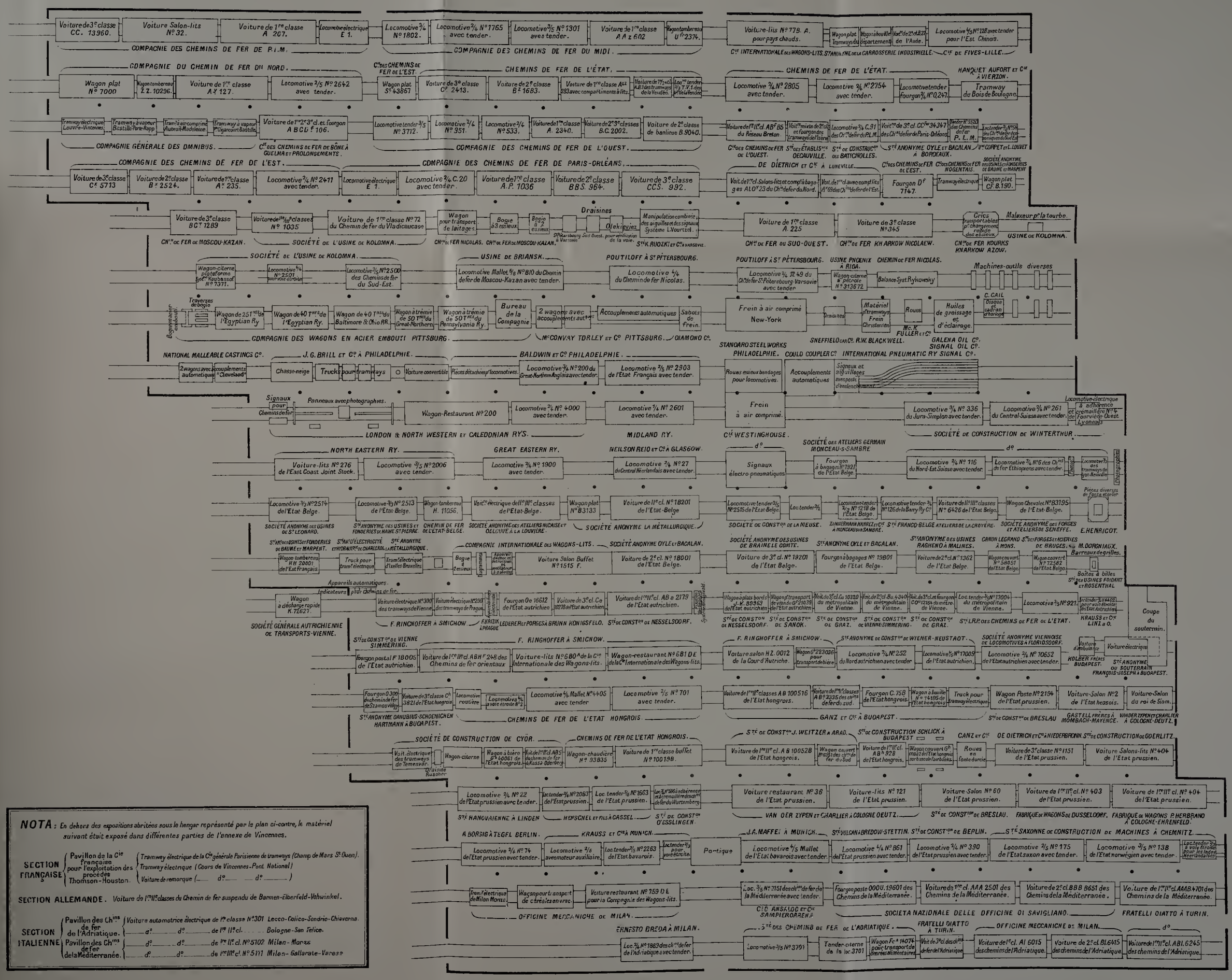
Les moulages d'acier paraissent devoir également jouer un rôle très important dans la construction de la locomotive. Ces moulages d'acier remplacent des pièces de fonte en donnant une augmentation de résistance ou une diminution de poids, ou bien ils se substituent à des pièces forgées en permettant d'obtenir par simple moulage des pièces de formes compliquées et, par suite, très coûteuses telles que pistons, têtes de piston, supports divers... L'acier moulé permet en outre de supprimer des assemblages de tôle et de cornières dans la construction des châssis en constituant d'une seule pièce les caissons de cylindres, les supports de glissières de pistons et les caissons des bogies. Enfin, il paraît devoir remplacer complètement le fer pour la construction des roues. Les succès obtenus par les roues en acier moulé, en Angleterre, en Allemagne, aux États-Unis, semblent ne laisser aucun doute à ce sujet.

Le cuivre continue à être seul employé en Europe pour la construction des foyers de locomotives et pour les entretoises; toutefois la plus grande fréquence des ruptures d'entretoises dans les vastes foyers des chaudières timbrées à 15 kilogrammes a conduit à rechercher un métal plus résistant et plus élastique. Plusieurs des locomotives exposées avaient des entretoises en bronze manganésé.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900.

Groupe VI — Classe 32.

RÉPARTITION DES EMPLACEMENTS DANS L'ANNEXE DE VINCENNES.



NOTA : *En dehors des expositions abritées sous le hangar représenté par le plan ci-contre, le matériel suivant était exposé dans différentes parties de l'annexe de Vincennes.*

SECTION FRANÇAISE — Pavillon de la Cie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.
- *Tramway électrique de la Cie générale Parisienne de tramways (Champ de Mars St Ouen).*
- *Tramway électrique (Cours de Vincennes-Pont National)*
- *Voiture de remorque (— d° — d° —)*

SECTION ALLEMANDE. *Voiture de Ire IIe classes du Chemin de fer suspendu de Barmen-Elberfeld-Vohwinkel.*

SECTION ITALIENNE — Pavillon des Chins de fer de l'Adriatique.
- *Voiture automotrice électrique de Ire classe N° 301 Lecco-Colico-Sondrio-Chiavenna.*
- *— d° — d° — de Ire IIe cl. — Bologne-San Felice.*

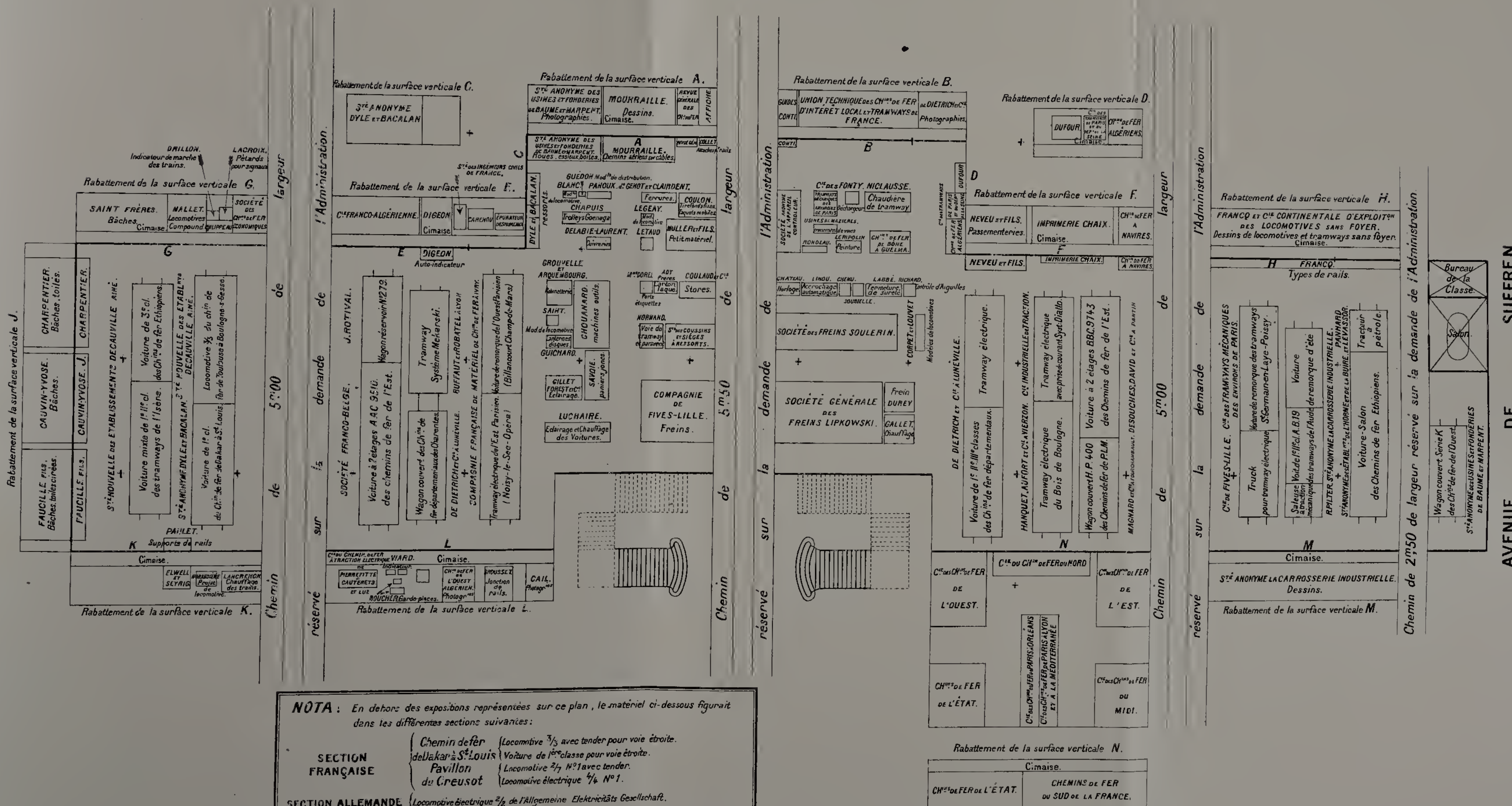
Pavillon des Chins de fer de la Méditerranée.
- *— d° — d° — de Ire IIe cl. N° 5102 Milan-Monza*
- *— d° — d° — de Ire IIe cl. N° 5111 Milan-Gallarate-Varese*

C. F. E.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

Groupe VI _ Classe 32.

RÉPARTITION DES EMPLACEMENTS DANS LE PALAIS DU GÉNIE CIVIL AU CHAMP DE MARS.



NOTA : *En dehors des expositions représentées sur ce plan, le matériel ci-dessous figurait dans les différentes sections suivantes :*

SECTION FRANÇAISE
- Chemin de fer de Dakar à St Louis : Locomotive 3/5 avec tender pour voie étroite. Voiture de 1re classe pour voie étroite.
- Pavillon du Creusot : Locomotive 2/7 N°1 avec tender. Locomotive électrique 4/4 N°1.

SECTION ALLEMANDE — Locomotive électrique 2/2 de l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.

PAYS BAS
- Smulders à Rotterdam. Chaudière pour locomotive à marchandises de l'Etat Belge.
- Pietterij à La Haye. Voiture de 1re IIe cl. pour voie étroite.

PAVILLON RUSSO-CHINOIS AU TROCADÉRO
- Cie Internatle des Wagons-Lits : Voiture restaurant N°722 du train transsibérien.
- d° d° N°723 d°
- d° Voiture-Salon N°724 d°
- d° d° N°725 d°

SECTION SUISSE — Oerlikon. Tramway électrique de Lucerne.

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME PREMIER.

Pages.

Composition du Jury 3

Avant-propos 5

PREMIÈRE PARTIE.

FRANCE.

Historique et classification des chemins de fer français, effectif du matériel 11

L'industrie de la construction en France 16

Voie et appareils de sécurité.

1. Voie : rails, traverses, éclisses et attaches :

Chemins de fer de l'État, de l'Est, du Midi, du Nord, de l'Ouest, du P.-L.-M., de Paris-Orléans, A. Collet, G. Coulon, Ch. Chenu, Paulet 17

2. Aiguillages et croisements :

Chemins de fer de l'État, de l'Est, du Midi, du Nord, de l'Ouest, du P.-L.-M., Société des usines de Mazières, Richard et fils aîné 22

3. Signaux. Appareils de manœuvre et de contrôle :

Chemins de fer de l'État, de l'Est, du Midi, du Nord, de l'Ouest, du P.-L.-M., de Paris-Orléans, E. Lacroix, Richard et fils aîné 29

4. Verrouillages et enclenchements des appareils de voie et des signaux :

Serrure Bouré, Chemins de fer de l'État, de l'Est, du Midi, du Nord, du P.-L.-M., de Paris-Orléans, J. Saxby et Cie, P. Letaud 39

5. Block-system :

Chemins de fer de l'État, de l'Est, du Nord, de l'Ouest, du P.-L.-M., de Paris-Orléans, du Sud de la France 49

6. Appareils divers se rapportant à la voie :

Chemins de fer de l'État, de l'Est, du Midi, de Paris-Orléans, Peignon, Société générale des chemins de fer économiques, Société métallurgique de Gorcy, Magnard et Cie 65

Indicateurs contrôleurs fixes de vitesse. Chemins de fer de l'Est, de Paris-Orléans, de l'État 67

Outillage pour l'entretien des voies. Chemins de fer de l'État, du Midi, A. Collet. 68

Locomotives.

Locomotives exposées 68

Pièces détachées pour locomotives :

Société française de constructions mécaniques. 70

Appareils divers, modèles, dessins, photographies :

A. Mallet, Veuve Corpet et L. Louvet. 70

Systèmes de distribution :

Chemins de fer de l'État, Guédon, Panoux. 71

Matériel à voyageurs.

Voitures exposées. 72

Pièces détachées pour voitures de chemins de fer :

N. Coulaud et Cie, Delabie et Laurens, Carenou, L. Labbé, Lallement et Cie, Genot et Clairdent, Société Dyle et Bacalan, E. Neveu et fils, Adt frères, Société française de peintures laquées et d'enduits sous-marins, E. Dufour, Boucher. 74

Appareils de chauffage et d'éclairage :

T. Gallet, Lancrenon, Grouvelle et Arquembourg, Gillet-Forest et Cie, Guichard et Cie, H. Luchaire. 77

Matériel à marchandises.

Wagons exposés. 79

Pièces détachées pour véhicules à marchandises :

Magnard et Cie, Société anonyme des usines et fonderies de Baume et Marpent, Société métallurgique de Gorcy. 79

Attelages automatiques :

Linou, E. Rondeau 80

Déchargeur de sûreté pour bois en grume 80

Bâches. Toiles. Sacs :

Cauvin-Yvose, L. Charpentier, J. et H. Faucille, Saint frères. 81

Matériel pour tramways :

Voitures exposées. 81

Expositions diverses relatives aux tramways :

A. Normand, J. et A. Niclausse, Compagnie générale de constructions électriques, Compagnie des tramways de Paris et du département de la Seine, L. Francq, Compagnie continentale d'exploitation des locomotives sans foyer, Compagnie des tramways mécaniques des environs de Paris, Compagnie française de matériel de chemins de fer, Société de la carrosserie industrielle. 83

Freins pour chemins de fer et tramways :

Compagnie de Fives-Lille, Société des freins Soulerin, Société générale des freins Lipkowski, Compagnie internationale du frein électro-hydraulique Durey. 86

Chemins de fer portatifs, aériens et à navires :

L. et G. Bizouard, G. Mourraille, Société française des chemins de fer à navires. 87

Petit matériel d'exploitation :

Chemins de fer de l'État, Faye et Gossiaux, Muller et fils, Ch. Savoie, Société anonyme de l'appareil contrôleur, Château père et fils 88

Outillage et procédés de fabrication :

Chemins de fer de l'État, de l'Est, du Midi, de Paris-Orléans, de l'Ouest, E. Chouanard et Cie, Société anonyme de l'épuration des eaux 90

Appareils divers montés sur les locomotives :

Chemins de fer du Sud de la France, de l'État 94

Indicateurs de vitesse :

Chemins de fer de l'État, du P.-L.-M., E. Flaman 94

Dynamomètres :

Chemins de fer de l'État, J. Digeon et fils aîné 95

Documents, statistiques, cartes, photographies :

Chemins de fer de Bône-Guelma, de l'Ouest algérien, d'Aïn-Sefra à Tombouctou, de Pierrefitte, Cauterets et Luz, Union technique des chemins de fer d'intérêt local et des tramways de France 96

Publications :

Société des ingénieurs civils de France, Revue générale des chemins de fer et des tramways, librairie Chaix, E. et J. Lebrun, Drillon 97

EMPIRE D'ALLEMAGNE.

Historique et classification des lignes allemandes, effectif du matériel roulant, traction électrique 98

L'industrie de la construction en Allemagne 105

Voie :

Rütgers, Société d'imprégnage suivant les procédés Hasselmann, P. Suckow et Cie 108

Locomotives exposées 110

Voitures exposées 111

Matériel pour chemins de fer à voies étroites ou portatifs 112

Chemin de fer suspendu (système E. Langen) de Barmen-Elberfeld-Wohwinkel 112

Objets divers :

P. Suckow et Cie, Felten et Guilleaume 113

AUTRICHE.

Historique et développement des chemins de fer autrichiens 113

Production des ateliers de construction 116

Voie et appareils de sécurité :

Appareils Siemens et Halske, F. Krizik, Leopolder et fils, Breitfeld, Danek et Cie, É. de Götz et fils, J. de Götz, Czeija, Nissl et Cie 116

IMPRIMERIE NATIONALE

Locomotives exposées. 128

Voitures ;

Voitures exposées, Hönigswald, G. Weidmann, Gradmiller, frein Smith-Hardy. 129

Wagons :

Wagons exposés, W. de Lewicki. 130

Tramways. 131

BELGIQUE.

Historique des chemins de fer belges, effectif du matériel, traction, matériel à voyageurs et à marchandises, chemins de fer vicinaux. 131

Situation des constructeurs de matériel de chemins de fer et tramways. 138

Locomotives :

Locomotives exposées, M. Dogniaux 139

Voitures exposées. 139

Wagons exposés. 140

Matériel pour tramways 141

Traction électrique. 141

Pièces détachées :

E. Henricot, Société des usines Foidard et Rosenthal 141

BOSNIE-HERZÉGOVINE.

Historique des chemins de fer, effectif du matériel roulant, locomotives, voitures, fourgons et wagons à marchandises, importance du trafic. 142

BULGARIE. 152

DANEMARK. 153

ESPAGNE. 155

ÉTATS-UNIS.

Historique et développement des chemins de fer et des tramways. 156

Situation de l'industrie de la construction. 159

Appareils de voie et de sécurité :

The Weber Railway Joint C°, Bonzano Rail Joint C°, Continuous Rail Joint C°, Diamond State Steel C°, International Pneumatic Railway signal C°, Sheffield Car C°. 160

Locomotives :

Locomotives exposées, Nathan Lubrificator C°, Standard Steel Works. 164

Wagons :

Wagons exposés, Goodwin Car C° 164

Accouplements automatiques :

Gould coupler C°, Mc Conway and Torley C°, National Malleable Castings C°..... 166

Matériel pour tramways :

Brill et Cie, R. W. Blackwell..... 167

Freins :

New-York air Brake C°, Christensen Engineering C°..... 168

Objets divers :

Mc Kee Fuller, International Brake Shoe C°, Administration des postes et télégraphes, E. W. Scripture, Galena Oil C°, Signal Oil C°..... 168

Publications..... 169

GRANDE-BRETAGNE.

Historique et développement des chemins de fer de l'empire britannique..... 170

Production des fabriques de locomotives..... 174

Voie et appareils de sécurité :

London and North Western Ry, Compagnie anglaise Westinghouse..... 175

Locomotives exposées..... 177

Voitures exposées..... 177

Freins : Westinghouse Brake C°..... 178

Objets divers :

Exhaust Steam Injector C°, United States metallic Packing C°, The Roller Bearings C°, Mossberg Roller Bearings, Hopkinson, Chubb, Grafton and C°, Jessops and Appleby Brothers..... 178

Matériel pour chemins de fer portatifs : J. et F. Howard..... 179

AUSTRALIE OCCIDENTALE.

Historique et développement des chemins de fer, bois de Jarrah et de Karri..... 179

CANADA.

Canadian Pacific Ry C°, Grand Trunk Ry C°..... 182

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG..... 182

GRÈCE..... 183

GUATÉMALA..... 184

HONGRIE.

Historique et développement des chemins de fer hongrois..... 184

Production des usines hongroises..... 188

Appareil pour l'entretien des voies : A. Ruscher 190
Locomotives exposées 191
Voitures exposées 191
Matériel à marchandises 192
Matériel pour tramways 192

Objets divers :

J. de Szasz, Banovits Czajetan, J. Kroluper, P. Varga, J. Korbuly 193

Petit matériel d'exploitation :

A. Ruscher, Fairbanks 194

ITALIE.

Historique et développement des chemins de fer italiens 194
Situation de l'industrie de la construction 195

Voie et appareils de sécurité :

Appareils Riccardo Bianchi, Cardani Servettaz, chemins de fer de la Méditerranée 197

Locomotives exposées 202
Voitures exposées 202
Wagons exposés 203
Matériel pour tramways 203
Traction électrique 203

JAPON 203

MEXIQUE 206

NORVÈGE 207

PAYS-BAS.

Historique et développement des chemins de fer hollandais 209

Voie et appareils de sécurité :

Société des chemins de fer hollandais 210

INDES NÉERLANDAISES 215

PORTUGAL 217

RÉPUBLIQUE SUD-AFRICAINE 218

ROUMANIE.

Historique et développement des chemins de fer roumains 219
Ateliers de Bucarest et de Jassy 220
Emploi des résidus de pétrole comme combustible dans les locomotives des chemins de fer roumains 221

EMPIRE DE RUSSIE.

Historique et développement des chemins de fer russes 224
Situation de l'industrie de la construction 227
Voie : mesures de préservation contre la neige. 227

Signaux :

Chemin de fer de Moscou-Kazan, appareils Zeest, C. Cail, L. Vourtzel, Gordéienko 231

Draisines :

Chemins de fer Saint-Pétersbourg-Varsovie, du Sud-Ouest, Olekiewiez. 236

Appareils pour le contrôle de la pose de la voie et l'étude de ses déformations :

Appareils Cholodkowski, Olekiewiez, Kozlovsky, Wasiutynski 237

Locomotives. 239
Emploi des résidus de naphte pour le chauffage des locomotives et des fours. 241
Appareils Graftio et Efimoff pour le contrôle de la marche des locomotives. 246
Voitures. 246
Wagons à marchandises 251

Dispositions prises pour le transport et l'emmagasinage du blé : aménagement des wagons, magasins, élévateurs.

Chemin de fer Kharkow-Nicolaew, gares de Reval et de Pensa, chemin de fer de Moscou-Windau-Rybinsk 252

Ateliers et outillage des ateliers :

Ateliers d'Alexandrowsky, d'Oufa, de Kroukoff, de Velikie-Louki, machines-outils exposées 254

FINLANDE 259

SERBIE 260

SUÈDE 261

SUISSE.

Historique et développement des chemins de fer suisses. 264

Matériel et outillage des voies. — Crémaillères :

Crémaillère Strub, draisines Oehler 269

Locomotives exposées 270
Chrono-tachymètre Hausshaelter. 271
Contrôleur de vitesse Peyer Favarger et Cie. 271
Voitures et matériel pour tramways 271

DEUXIÈME PARTIE.

LOCOMOTIVES.

Préambule 273

Locomotives pour voies larges.

1. *Locomotives à tender séparé :*

Locomotive 1/4 n° 2601 du Midland Ry. 279
Locomotive 2/4 n° 27 de l'État néerlandais. — Constructeur : Neilson Reid and C°, à Glasgow 280
Locomotive 2/4 n° 1900 du Great Eastern Ry 281
Locomotive 2/4 n° 951 des chemins de fer de l'Ouest. 283
Locomotive 2/4 n° 2754 des chemins de fer de l'État. 283
Locomotive 2/4 n° 74 de l'État prussien. — Constructeur : A. Borsig, à Tegel-Berlin. 285
Locomotive 2/4 n° 1889 des chemins de fer de l'Adriatique. — Constructeur : E. Breda. 286
Locomotive 2/4, série 106, n° 10652 de l'État autrichien. — Constructeur : Société de Floridsdorf. 288
Locomotive 2/4 n° 116 du Nord-Est suisse. — Constructeur : Société suisse de Winterthur. 290
Locomotive 2/4 n° 390 de l'État prussien. — Constructeur : Société de construction de Berlin 291
Locomotive 2/4 n° 49 du chemin de fer de Saint-Pétersbourg-Varsovie. — Constructeur : Poutiloff, à Saint-Pétersbourg. 293
Locomotive 2/4 n° 2805 de l'État français. 294
Locomotive 2/4 n° 4000 du London and North Western Ry. 297
Locomotive 2/4 des Compagnies du Midi n° 1765 et de Paris-Orléans C. 20. 299
Locomotive 2/4 n° 2411 des chemins de fer de l'Est. 301
Locomotive 2/4 n° 533 des chemins de fer de l'Ouest. 302
Locomotive 2/4 C. n° 91 des chemins de fer de P.-L.-M. — Constructeur : Société des Batignolles 304
Locomotive 2/4 n° 22 de l'État prussien. — Constructeur : Société hanovrienne, à Linden. 306
Locomotive 2/4 n° 261 du Central suisse. — Constructeur : Société suisse de Winterthur 308
Locomotive 2/5 n° 2903 de l'État français. — Constructeur : Baldwin et Cie, à Philadelphie 309
Locomotive 2/5 n° 252 du Nord-Autrichien. — Constructeur : Société de Wiener-Neustadt. 311
Locomotive 2/5 n° 701 de l'État hongrois. 312
Locomotive 2/5 n° 2642 du chemin de fer du Nord. 314
Locomotive 2/5 n° 175 de l'État saxon. 318
Locomotive 2/6 de Krauss et Cie, à Munich. 321
Locomotive 2/7 (système Thuile). — Constructeur : Schneider et Cie. 323

Locomotives 3/3 n°s 2513 et 2514 de l'État belge. — Constructeurs : Sociétés de Haine-Saint-Pierre et de Saint-Léonard 326
Locomotive 3/4 n° 1200 du Great Northern. — Constructeur : Baldwin et Cie, à Philadelphie 327
Locomotive 3/4 n° 1802 des chemins de fer du Midi 328
Locomotive 3/4 n° 336 du Jura-Simplon. — Constructeur : Société suisse de Winterthur 330
Locomotive 3/5 n° 2006 du North Eastern Ry 333
Locomotive 3/5 n° 3151 des chemins de fer de la Méditerranée. — Constructeur : Gio-Ansaldo et Cie, à Sampierdarena 334
Locomotive 3/5 n° 2500 du Sud-Est russe. — Constructeur : Société des usines de Kolomna 336
Locomotive 3/5, série 9, n° 921 de l'État autrichien 337
Locomotive 3/5 n° 138 de l'État norvégien. — Constructeur : Société saxonne, à Chemnitz 339
Locomotive 3/5 n° 1301 des chemins de fer du Midi 341
Locomotive 3/5 n° 3701 des chemins de fer de l'Adriatique 342
Locomotive 4/4 n° 861 de l'État prussien. — Constructeur : Société «Vulcan», à Stettin 345
Locomotive 4/4 de l'État Nicolas. — Constructeur : Poutiloff, à Saint-Pétersbourg 346
Locomotive 4/5 n° 17009 de l'État autrichien. — Constructeur : Société de Wiener-Neustadt 348
Locomotive 4/5 n° 128 de l'Est chinois. — Constructeur : Compagnie de Fives-Lille 349
Locomotive 4/4 Mallet n° 4405 de l'État hongrois 351
Locomotive 4/5 Mallet de l'État bavarois. — Constructeur : Maffei, à Munich . . . 353
Locomotive 6/6 Mallet H. 810 du chemin de fer de Moscou-Kazan. — Constructeur : Société de Briansk 355
Tableaux résumant les dimensions principales des locomotives à tender séparé pour voies larges . . . . . 358 à 387

2. *Locomotives-tender :*

Locomotive 2/3 n° 1218 de l'État belge. — Constructeur : Zimmermann et Hanrez. 388
Locomotive 2/4 n° 2083 de l'État prussien. — Constructeur : Henschel et fils, à Cassel 388
Locomotive 2/4 n° 0247 de l'État français 391
Locomotive 2/5 n° 2263 de l'État bavarois. — Constructeur : Krauss et Cie, à Munich 392
Locomotive 2/5 n° 2515 de l'État belge. — Constructeur : Société de la Meuse . . 394
Locomotive 3/4 n° 126 du Barry Ry Co. — Constructeur : Société franco-belge . . 395
Locomotive 3/5 n° 13004 de l'État autrichien 396
Locomotive 3/5 n° 3712 des chemins de fer de l'Ouest 398
Locomotive 5/5 n° 1663 de l'État prussien. — Constructeur : Henschel et fils, à Cassel 399
Tableaux résumant les dimensions principales des locomotives-tender pour voies larges . . . . . 404 à 411

LOCOMOTIVES POUR VOIES ÉTROITES.

1. *Locomotives à tender séparé :*

Locomotive 3/3 du chemin de fer de Dakar à Saint-Louis 413

Locomotives pour voies étroites. (*Suite.*)

Locomotive 3/4 n° 6 des chemins de fer Éthiopiens. — Constructeur : Société suisse de Winterthur. 413
Locomotive 4/4 n° 2501. — Constructeur : Société de l'usine de Kolomna. 415
Tableau résumant les dimensions principales des locomotives à tender séparé pour voies étroites. . . . . 416 et 417

2. *Locomotives-tender :*

Locomotive 2/3 n° 318 des Indes Néerlandaises. — Constructeur : Société saxonne, à Chemnitz. 418
Locomotive 2/3 pour mines. — Constructeur : Krauss et Cie, à Munich. 419
Locomotive 3/3 n° 54 des chemins de fer économiques du Sud-Est. — Constructeur : veuve Corpet et L. Louvet, à Paris. 420
Locomotive 3/3 T. V. 1 des chemins de fer de l'État. 421
Locomotive 3/3 du chemin de fer de Toulouse à Boulogne-sur-Gesse. — Constructeur : Ateliers Decauville. 421
Locomotive 3/4 U. 4402 de l'État autrichien. — Constructeur : Krauss et Cie, à Linz-sur-Danube 422
Locomotive 4/4 n° 2 de la ligne de Gyalar-Vajda-Hunyad. — Constructeur : État hongrois. 423
Tableaux résumant les dimensions principales des locomotives-tender pour voies étroites . . . . . 426 à 429

Locomotives spéciales.

Locomotive industrielle 2/2. — Constructeur : Société des ateliers de la Meuse. . . 431
Locomotive 3/3 n° 22 des tramways de Lyon-Neuville. — Constructeur : Société suisse de Winterthur 431
Locomotive 3/4 n° 596 à adhérence et à crémaillère des chemins de fer du Wurtemberg. — Constructeur : Société d'Esslingen. 432
Tableau résumant les dimensions principales des locomotives spéciales. . 436 et 437

Résumé et conclusions. 438

Table des matières du tome premier. 463

Imprimerie nationale. — 7178-02.

Special
BBarr8
v. 6, pt. 2
THE GETTY CENTER
LIBRARY